

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Express Mail No.: EL627421140US

In re application of: TUOMAINEN et al.

Serial No.: 0 /

Filed: Herewith

For: METHOD FOR REDUCING THE POWER CONSUMPTION OF A MOBILE STATION

Group No.:

Examiner:

Commissioner of Patents and Trademarks
Washington, D.C. 20231

jc825 U.S. PTO
09/730160
12/05/00

TRANSMITTAL OF CERTIFIED COPY

Attached please find the certified copy of the foreign application from which priority is claimed for this case:

Country : Finland
Application Number : 19992635
Filing Date : 8 December 1999

WARNING: "When a document that is required by statute to be certified must be filed, a copy, including a photocopy or facsimile transmission of the certification is not acceptable." 37 CFR 1.4(f) (emphasis added.)


SIGNATURE OF ATTORNEY

Reg. No.: 24,622

Clarence A. Green

Type or print name of attorney

Tel. No.: (203) 259-1800

Perman & Green, LLP

P.O. Address

425 Post Road, Fairfield, CT 06430

NOTE: The claim to priority need be in no special form and may be made by the attorney or agent if the foreign application is referred to in the oath or declaration as required by § 1.63.

(Transmittal of Certified Copy [5-4])

Helsinki 6.11.2000

ETUOIKEUSTODISTUS
PRIORITY DOCUMENT



Hakija
Applicant

Nokia Mobile Phones Ltd
Espoo

Patenttihakemus nro
Patent application no

19992635

Tekemispäivä
Filing date

08.12.1999

Kansainvälinen luokka
International class

H04L

Keksinnön nimitys
Title of invention

"Menetelmä langattoman viestimen tehonkulutuksen pienentämiseksi"

Täten todistetaan, että oheiset asiakirjat ovat tarkkoja jäljennöksiä patentti- ja rekisterihallitukselle alkuaan annetuista selityksestä, patenttivaatimuksista, tiivistelmästä ja piirustuksista.

This is to certify that the annexed documents are true copies of the description, claims, abstract and drawings originally filed with the Finnish Patent Office.


Pirjo Kalla
Tutkimussihteeri

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Maksu 300,- mk
Fee 300,- FIM

Menetelmä langattoman viestimen tehonkulutuksen pienentämiseksi

5 Nyt esillä oleva keksintö kohdistuu oheisen patenttivaatimuksen 1 johdanto-osan mukaiseen menetelmään langattoman viestimen tehonkulutuksen pienentämiseksi, oheisen patenttivaatimuksen 8 johdanto-osan mukaiseen järjestelmään, ja oheisen patenttivaatimuksen 15 johdanto-osan mukaiseen langattomaan viestimeen.

10 Tiedonsiirto eri tiedonsiirtolaitteiden välillä voidaan muodostaa siten, että ne tiedonsiirtolaitteet, joiden välillä kulloinkin tietoa on siirrettävä, yhdistetään tiedonsiirrossa tarvittavaksi ajaksi. Tällöin tämä ns. piiriyhteyksellinen yhteys on voimassa niin kauan, kunnes käyttäjä lopettaa tiedonsiirron. Tällaisissa tapauksissa suurin osa yhteysajasta kuluu käyttäjän antamien komentojen syöttämiseen ja vain pieni osa ajasta on varsinaista tiedonsiirtoa. Tämä rajoittaa mm. saman sovelluksen yhtäaikaisten käyttäjien maksimimäärää. Toisena mahdollisuutena on se, että käytetään hyväksi ns. pakettivälitteistä tiedonsiirtoa. Tällöin tietoa siirretään tiedonsiirtolaitteiden välillä pakettimuotoisena, jolloin pakettien välinen aika on vapaa muiden tiedonsiirtolaitteiden käyttöön. Tällöin yhtäaikaisten käyttäjien määrää voidaan nostaa erityisesti langattomissa tiedonsiirtoverkoissa, kuten solukkooverkoissa, koska tällöin saman solun alueella olevat langattomat viestimet voivat käyttää samaa siirtokanavaa. Eräs solukkojärjestelmä on GSM-järjestelmä, johon on kehitetty pakettimuotoinen tiedonsiirtopalvelu GPRS (General Packet Radio Service). Kuvassa 1 on esitetty lohkokaaavana GPRS-järjestelmän toiminnan kannalta keskeiset lohkot. Pakettivälitysohjain SGSN (Serving GPRS Support Node) ohjaa pakettivälityspalvelun toimintaa solukkooverkon puolella. Pakettivälitysohjain SGSN huolehtii langattoman viestimen 2 sisään- ja uloskirjautumisesta, langattoman viestimen 2 sijainnin päivittämisestä ja datapakettien ohjaamisesta oikeisiin osoitteisiin. Langaton viestin 2 liittyy tukiasemajärjestelmään BSS radiorajapinnan Um välityksellä (kuva 1). Tukiasemajärjestelmä liittyy pakettivälitysohjaimeen SGSN BSS-SGSN -rajapinnan Gb välityksellä. Tukiasemajärjestelmässä BSS tukiasema BTS ja tukiasemaohjain BSC on liitetty toisiinsa BTS-BSC -rajapinnalla Abis. Pakettivälitysohjaimet SGSN voivat kommunikoida toisten pakettivälitysohjaimien SGSN kanssa GPRS-tukisolmujen yhdysväylän GGSN (Gateway GPRS Support Node) avulla.

Sekä langaton viestin 2 että pakettivälitysohjaimen SGSN toiminta on jaettavissa useampiin kerroksiin, joilla jokaisella on eri tehtävä, kuten kuvassa 2 on esitetty.

5

Siirrettävän informaation, kuten ohjaussignaloinnin ja käyttäjän lähettämän tiedon välitys langattoman viestimen 2 ja pakettivälitysohjaimen SGSN välillä suoritetaan edullisesti tietokehysmuodossa. Kunkin kerroksen tietokehys koostuu otsikkokentästä ja datakentästä. Kuvassa 2 on myös esitetty GPRS-järjestelmässä käytettävien tietokehysten rakenne eri kerroksissa.

10

Datakentän sisältämä informaatio voi olla esim. langattoman viestimen käyttäjän syöttämää tietoa tai signalointitietoa. Seuraavassa on esitetty GPRS-järjestelmän kerrosten toiminnalliset tehtävät.

15

Siirtoyhteyskerroksessa alimpana on MAC-kerros (Media Access Control), joka huolehtii radiotien käyttämisestä langattoman viestimen 2 ja tukiasemajärjestelmän BSS (Base Station Subsystem) välisessä liikennöinnissä, kuten kanavien varauksesta pakettien lähetyksessä ja vastaanotossa.

20

GPRS-järjestelmässä käytetään fyysisessä kerroksessa (radiotiellä) GSM-järjestelmän mukaista aikajakoista/taajuusjakoista monikäyttömenetelmää (TDMA/FDMA). Peruslähetyksikköä nimitetään purskeeksi, joka muodostuu määrätystä määrästä bittejä, jotka lähetetään radiotielle. Purskeen pituus on 15/26 ms, eli n. 0,577 ms. Lisäksi radiotie on jaettu kanaviin, joiden keskitaajuuksien ero on 200 kHz GPRS/GSM-järjestelmässä.

25

30

Kahdeksan pursketta, eli aikajaksoa muodostaa yhden TDMA-kehysten. Näistä kehyksistä muodostetaan laajempi 52-monikehys (multiframe), joka käsittää 52 TDMA-kehystä. Kuvassa 5a on esitetty pelkistetysti tällaisen monikehysten rakennetta. Näitä monikehyksiä käytetään loogisten kanavien toteutuksessa. Monikehys on jaettu 12:een radiolohkoon (RB0—RB11), joissa kussakin on neljä TDMA-kehystä. Yksi radiolohko tarvitaan yhden RLC/MAC-kehysten lähetykseen. Lisäksi monikehyksessä on kaksi ns. hakukehystä (S) (search

35

frame), joiden aikana solun tukiasema ei lähetä loogisella pakettidata-kanavalla (PDCH). Tällöin ao. solun alueella olevat langattomat viestimet voivat suorittaa viereisten solujen tukiaseman signaalinvoimakkuusmittauksia ja häiriömittauksia. Loput kaksi kehystä on varattu pakettien ajoituskanavan (PTCCH) lähetystä varten (T).

5
10
15
20
GPRS-järjestelmään on muodostettu loogisia kanavia erilaisiin signa-
lointi- ja datapakettien lähetystarkoituksiin. Tässä yhteydessä mainitta-
koon näistä loogisista kanavista PCCCH (Packet Common Control
Channel), PBCCH (Packet Broadcast Control Channel), PDTCH
(Packet Data Traffic Channel), PACCH (Packet Associated Control
Channel) ja PTCCH (Packet Timing Advance Channel). PCCCH-kanavaa
käytetään mm. pakettiyhteyden aikana lähetysaikajaksojen pyytä-
miseksi tukiasemalta pakettien lähetystä varten, myönnytyistä aikajak-
soista ilmoittamiseen langattomalle viestimelle, hakusanomien lähetystä
varten, jne. PBCCH-kanavassa tukiasema lähettää pakettijärjestelmän
systeemi-informaatiota langattomalle viestimelle. PDTCH-kanavassa
suoritetaan datapakettien lähetys. PACCH-kanavaa käytetään
pakettien siirtoon liittyvän signaalointitiedon välitykseen (kuittaukset,
mittaustiedot ja raportit). PTCCH-kanavaa käytetään ajoitustarkoituk-
sissa erilaisten viiveiden arvioimiseen.

25
30
Lähetysvaiheessa paketeista muodostettuja, mahdollisesti koodattuja
bittejä ei siirretä sellaisinaan purskeisiin, vaan biteille suoritetaan vielä
lomitus ja sovitus. Lomituksella bitit jaetaan neljäksi purskeeksi siten,
että yhden tavun bittejä ei sijoiteta samaan purskeeseen, vaan sopi-
vimmin kaikkiin neljään purskeeseen tietyssä järjestyksessä. Vas-
taanottimessa on tiedossa tämä lomitusjärjestys, joten bittien järjestyk-
sen palauttaminen on mahdollista. Sovituksen tarkoituksena on asettaa
lomitetut bitit haluttuihin kohtiin kussakin purskeessa siten, että purs-
keisiin jää bittejä muuhunkin käyttöön (stealing bits), kuten kanavakoo-
daustiedon tai muun ohjaustiedon välittämiseen.

35
Tukiasemajärjestelmän BSS ja pakettivälitysohjaimen SGSN välinen
tiedonsiirto alimmalla tasolla suoritetaan L2-kerroksessa
(siirtoyhteysskerros), jossa käytetään siirtoyhteysskerrosprotokollaa (link
layer protocol), kuten sinänsä tunnettua LAPD-protokollaa, frame relay-
protokollaa, tai vastaavaa. L2-kerros voi lisäksi sisältää myös GPRS-

määrittysten mukaista laatu- tai reititystietoa. L2-kerroksessa on OSI-mallin fyysisen kerroksen ja siirtoyhteyskerroksen ominaisuuksia.

5 MAC-kerroksen yläpuolella on RLC-kerros (Radio Link Control), jonka tehtävänä on LLC-kerroksen muodostamien tietokehysten jakaminen määrämittäisiksi, radiotielle lähetettävissä oleviksi paketeiksi (PDU, Protocol Data Unit) ja niiden lähetys ja tarvittaessa uudelleenlähetys. Pakettien pituus GPRS-järjestelmässä on yhden GSM-aikajakson (time slot) pituus (n. 0,577 ms).

10

LLC-kerros (Logical Link Control) tarjoaa luotettavan tiedonsiirtolinkin langattoman viestimen 2 ja pakettivälitysohjaimen SGSN välille. LLC-kerros mm. lisää lähetettävään sanomaan virheentarkistustietoa, joiden avulla virheellisesti vastaanotetut sanomat voidaan pyrkiä korjaamaan ja tarvittaessa sanoma voidaan lähettää uudestaan. Lisäksi tiedon salaus ja salauksen purku suoritetaan LLC-kerroksessa.

15

20 SNDCP-kerroksessa (Sub-Network Dependent Convergence Protocol) suoritetaan lähetettävän informaation protokollamuunnokset, kompressointi, segmentointi ja ylemmältä tasolta tulevien viestien segmentointi. SNDCP-kehiksen rakenne on esitetty myös kuvassa 2. SNDCP-kehys käsittää SNDCP-otsikkokentän (SNDCP-header) ja SNDCP-tietokentän (SNDCP-data). SNDCP-otsikkokenttä koostuu protokolla-tiedosta (Network Service Access Point Identity, NSAPI) ja SNDCP-ohjaustiedoista, kuten kompressointi-, segmentointi- ja salausmääritykset. SNDCP-kerros toimii protokollasovittimena ylemmällä tasolla käytettävien protokollien ja LLC-kerroksen (siirtoyhteyskerros) protokollan välillä.

25

30 Lähetettävä informaatio tulee edullisesti jonkin protokollan mukaisina tietopaketteina (PDP, Packet Data Protocol) SNDCP-kerrokseen josta-kin sovelluksesta, kuten X.25-protokollan mukaisia viestejä tai Internet-protokollan (IP) paketteja. Sovellus voi olla esim. langattoman viestimen datasovellus, telekopio-sovellus, tietokoneohjelma, joka on tiedonsiirtoyhteydessä langattomaan viestimeen, jne.

35

SNDCP-kehys siirretään LLC-kerrokseen, jossa kehykseen lisätään LLC-otsikkokenttä. LLC-otsikkokenttä koostuu mm. LLC-ohjausosasta,

joka määrittelee kehyksen numeron ja komennon tyyppin (info, kuittaus, uudelleenlähetyspyyntö jne.). GPRS-pakettiverkkoon kirjautumisen yhteydessä langaton viestin lähettää kirjautumispyyntösanoman pakettivälitysohjaimelle SGSN. Pakettivälitysohjain SGSN voi hakea langattoman viestimen laitetunnuksen IMSI (International Mobile Station Identity) perusteella tietoa kyseistä langatonta viestintä vastaavasta kotirekisteristä HLR, jolloin pakettivälitysohjain SGSN voi tätä tietoa käyttäen valita väliaikaisen loogisen siirtoyhteyden tunnuksen (Temporary Logical Link Identity, TLLI) tiedonsiirtoyhteyttä varten. Mikäli langattomalla viestimellä on aikaisemmin ollut käytössään TLLI-tunnus, langaton viestin välittää sen pyyntösanomassa, jolloin pakettivälitysohjain SGSN voi antaa tämän tunnuksen uudelleen langattoman viestimen käyttöön, tai varata uuden TLLI-tunnuksen. Pakettivälitysohjain SGSN välittää valitsemansa TLLI-tunnuksen langattomalle viestimelle käytettäväksi langattoman viestimen ja pakettivälitysohjaimen SGSN välisessä tiedonsiirtoyhteydessä. Tätä TLLI-tunnusta käytetään tiedonsiirrossa sen määrittämiseksi, mihin tiedonsiirtoyhteyteen kulloinenkin sanoma kuuluu. Samanaikaisesti ei samaa TLLI-tunnusta saa olla käytössä kuin yhdessä tiedonsiirtoyhteydessä. Yhteyden päätyttyä voidaan yhteydessä käytetty TLLI-tunnus antaa uudelle muodostettavalle yhteydelle.

Pakettiverkon operaattori on jakanut pakettiverkkoon kuuluvat solut reititysalueisiin (Routing Area), joita voidaan käyttää langattoman viestimen 2 sijainnin määrittämisessä. Kukin reititysalue käsittää yhden tai useamman solun. Tällöin langattoman viestimen liikkuvuuden hallinta (Mobility Management) -toiminnoilla pyritään ylläpitämään tietoa pakettiverkon toiminta-alueella olevien langattomien viestimien sijainnista sekä yhteystilasta. Näitä tietoja ylläpidetään sekä langattomassa viestimessä että pakettiverkossa, edullisesti GPRS-tukisolmussa SGSN. GSM-järjestelmässä solun vaihtumisen yhteydessä langattomaan viestimeen 2 yhteydessä olevaa tukiasemaa vaihdetaan.

Langattoman viestimen 2 tahdistuessa solun lähetykseen esim. käynnistytyn yhteydessä tai langattoman viestimen siirtyessä toisen solun alueelle, lähettää tukiasema BTS tiedon mm. siitä, miten loogiset kanavat kyseisen solun alueella on järjestetty fyysisiin kanaviin, eli missä

monikehyksen radiolohkossa ja aikajaksossa kunkin loogisen kanavan informaatiota lähetetään.

- 5 Pakettijärjestelmä jakaa solun alueella olevat langattomat viestimet 2 ns. päivitysryhmiin (paging groups). Tällöin kullekin tällaiselle hakuryhmälle lähetetään hakusanomia (paging message) tietyssä PCCCH-kanavan radiolohkossa. Hakuryhmiin jako perustuu GPRS-järjestelmässä edullisesti langattomien viestimien kansainväliseen tilaajatunnukseen (IMSI, International Mobile Subscriber Identity), solussa käytettävissä
- 10 olevien hakukanavien lukumäärän ja hakukanavassa käytettävissä olevien hakulohkojen lukumäärään.

- 15 CDMA-pohjaisissa (Code Division Multiple Access) solukko-verkoissa langattomalle viestimelle 2 voidaan liikennöidä samanaikaisesti useamman tukiaseman kautta. Tukiasemat lähettävät ns. pilot-kanavalla hajaspektrisignaalia, jolloin langaton viestin voi näiden pilot-signaalien perusteella tehdä päätelmiä siitä, minkä tukiaseman signaali on liikennöinnin kannalta edullisin. Ne tukiasemat, jotka liikennöivät kullakin
- 20 hetkellä kyseisen langattoman viestimen 2 kanssa, muodostavat ns. aktiivisetin. Langattoman viestimen liikkuminen CDMA-järjestelmän pakettiverkon avulla voidaan päätellä näiden aktiivisettien muuttumisesta.

- 25 GPRS-järjestelmässä voi langattomalla viestimellä olla mm. seuraavat kolme erilaista yhteystilaa pakettiverkkoon nähden: tyhjäkäyntitila (IDLE), valmiustila (STANDBY) ja aktiivitila (READY). Tyhjäkäyntitilassa langaton viestin ei ole kytkeytyneenä verkon liikkuvuuden hallintaan ja viestintä ei ole mahdollista. Langattoman viestimen 2 liikkuvuuden hallintatieto ja pakettivälitysohjaimen SGSN liikkuvuuden hallintatieto kyseisen langattoman viestimen 2 osalta ei välttämättä ole ajan tasalla,
- 30 jos langaton viestin on liikkunut toisen solun alueelle ollessaan tyhjäkäyntitilassa. Langaton viestin 2 suorittaa tarvittaessa matkapuhelinverkon (PLMN, Public Land Mobile Network) ja pakettiverkon solun valinnan ja uudelleenvalinnan. Tyhjäkäyntitilassa oleva langaton viestin 2 on pakettiverkon kannalta verkkoon kytkeytymättömänä.

35

Aktiivitilassa langaton viestin on kytkeytyneenä pakettiverkon liikkuvuuden hallintaan, pakettiverkossa on tiedossa langattoman viestimen sijainti solun tarkkuudella ja langaton viestin pystyy sekä lähettämään

että vastaanottamaan tietopaketteja. Pakettiverkon solun valinnan ja uudelleenvalinnan suorittaa joko langaton viestin 2 tai pakettiverkko voi ohjata solun valintaa. Langattoman viestimen 2 lähettämän tukiasemajärjestelmän GPRS-protokollatason (BSSGP, Base Station Subsystem GPRS Protocol) paketin otsikkokenttä sisältää solun tunnistetiedon.

5 Tämän tukiasemajärjestelmän GPRS-protokollatason tehtävänä nyt esilläolevan pakettiverkon mukaisessa järjestelmässä on reititykseen ja palvelun laatutasoon (QoS, Quality of Service) liittyvän informaation välitys tukiasemajärjestelmän BSS ja pakettivälitysohjaimen SGSN vä-

10 lillä.

Valmiustilassa langaton viestin on kytkeytynyt pakettiverkon liikkuvuuden hallintaan, mutta langaton viestin ei voi lähettää eikä vastaanottaa tietopaketteja. Langattoman viestimen sijainti on pakettiverkossa tiedossa vain reititysalueen tarkkuudella. Hakupyynnöjen (paging request)

15 vastaanotto pakettivälitysohjaimelta solunvalintapalveluita (CS) varten on mahdollista. Aktiivitalasta valmiustilaan siirtyminen voidaan suorittaa mm. silloin, kun viimeisimmän tietopaketin välityksestä langattoman viestimen ja pakettiverkon välillä on kulunut riittävän pitkä aika. Valmi-

20 uustilassa oleva langaton viestin 2 voi käynnistää pakettiyhteyden (PDP) aktivoinnin tai deaktivoinnin. Pakettiyhteyden status on päivitettävä ennen datapakettien lähetystä tai vastaanottoa. Jos pakettiyhteys on akti-

25 voitu, voi pakettivälitysohjain SGSN vastaanottaa paketteja. Tällöin pakettivälitysohjain SGSN lähettää hakupyynnön (paging request) siihen reititysalueeseen, jossa langaton viestin 2 sijaitsee. Kun langaton vies-

30 tin 2 lähettää vastaussanomaa tähän pyyntöön, muutetaan langattoman viestimen 2 yhteystilaksi aktiivitila. Pakettivälitysohjaimen SGSN yhteystila muutetaan aktiivitilaksi sen jälkeen, kun se on vastaanottanut hakukyselyn vastaussanomaa langattomalta viestimeltä 2. Langatto-

35 massa viestimessä 2 yhteystilan muutos valmiustilasta aktiivitilaan tehdään myös siinä tilanteessa, että langaton viestin lähettää datapaketteja tai signalointitietoa pakettivälitysohjaimelle SGSN. Vastaavasti pakettivälitysohjaimessa SGSN yhteystilan muutos valmiustilasta aktiivitilaan tehdään myös siinä tilanteessa, että pakettivälitysohjain SGSN vastaanottaa langattoman viestimen 2 lähettämiä datapaketteja tai signalointitietoa.

- Langaton viestin vastaanottaa hakusanomia siltä tukiasemalta, jota langaton viestin kulloinkin kuuntelee. Näiden hakusanomien perusteella langaton viestin voi selvittää, onko sille tulossa lähetyksiä tukiasemalta. Kahden peräkkäisen hakusanoman välistä aikaa nimitetään DRX-jaksoksi (DRX-period, discontinuous reception, epäjatkuva vastaanotto). 5 Jatkossa tässä selityksessä tästä DRX-jaksosta käytetään nimitystä hakujakso. Hakujakson aikana langaton viestin voi asettaa itsensä määrääjäksi tehonsäästötilaan, koska se ei oleta saavansa lähetyksiä matkaviestinverkosta. Tällainen epäjatkuva vastaanottomoodi (DRX-mode) 10 on sallittu valmiustilassa olevalle langattomalle viestimelle kaikin muina aikoina paitsi silloin, kun langaton viestin suorittaa solunvalintatoimintoja. Jakson pituus voi vaihdella ja langaton viestin vastaanottaa tukiasemalta parametritietoa, jonka perusteella langaton viestin voi laskea, milloin seuraava hakusanoma on odotettavissa. 15 Koska langaton viestin on synkronoituneena tukiaseman lähetykseen, tietää langaton viestin seuraavan hakusanoman lähetyssajankohdan. Tällainen epäjatkuva vastaanottomoodi mahdollistaa sen, että kaikki mahdolliset radorajapintaan liittyvät toiminnalliset lohkot kytketään pois toiminnasta, kun niitä ei tarvita. Tällaisia toiminnallisia lohkoja ovat mm. 20 radio-osa, kantataajuusosa, joka käsittää edullisesti mm. digitaalisen signaalinkäsittely-yksikön, ja radorajapintatoiminnoissa käytettävä järjestelmäoskillaattori. Tällä järjestelyllä on pyritty pienentämään langattoman viestimen kokonaistehonkulutusta.
- 25 Langattoman viestimen on kuitenkin määrääjoin siirryttävä lepotilasta takaisin valmiustilaan mm. mainittujen hakusanomien vastaanottamista varten. GPRS-järjestelmässä on määritetty suurimmaksi lepotilan pituudeksi 64 kappaletta 52-monikehyksiä vastaava aika, eli n. 15 s. Tällöin maksimiviive yhteyden saamiseksi langattomaan viestimeen on 30 n. 15 sekuntia. Kuitenkin käytännön sovelluksissa on lepotilan maksimipituus rajoitettu huomattavasti lyhyemmäksi, yhdeksäksi 52-monikehykseksi, eli n. kahdeksi sekunniksi, johtuen mm. GSM-järjestelmän määrityksistä ja siitä, että lepotilassa käytettävän oskillaattorin taajuusstabiilisuus ei välttämättä riitä pitämään langatonta viestintä 35 synkronoituna matkaviestinverkkoon. Jos tunnetun tekniikan mukainen langaton viestin ei pysy synkroonissa matkaviestinverkkoon lepotilan aikana, voi se merkitä sitä, että langaton viestin ei saa vastaanotettua

seuraavaa hakusanomaa. Toisaalta langattoman viestimen tehonkulutus on pääsääntöisesti sitä suurempi, mitä lyhyempi lepotilan kesto on.

5 Nyt esillä olevan keksinnön eräänä tarkoituksena on aikaansaada menetelmä tehonkulutuksen pienentämiseksi langattomassa viestimessä, menetelmää soveltava järjestelmä ja langaton viestin. Nyt esillä olevalle keksinnön mukaiselle menetelmälle on tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 1 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle järjestelmälle on tunnusomaista se, mitä
10 on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 8 tunnusmerkkiosassa. Nyt esillä olevan keksinnön mukaiselle langattomalle viestimelle on vielä tunnusomaista se, mitä on esitetty oheisen patenttivaatimuksen 15 tunnusmerkkiosassa. Keksintö perustuu siihen ajatukseen, että tehonsäästön aikaansaamiseksi lepotilan kestoajaa pidennetään pidentämällä hakujaksoa (paging period). Tämä on keksinnön mukaisessa ratkaisussa saatu mahdolliseksi siten, että langattomassa viestimessä joko suoritetaan synkronointitoimintoja päivitysjakson aikana tai suoritetaan langattoman viestimen synkronointi ennen seuraavan hakusanoman vastaanottoa.

20

Nyt esillä olevalla keksinnöllä saavutetaan merkittäviä etuja tunnetun tekniikan mukaisiin menetelmiin, pakettiverkkoihin ja langattomiin viestimiin verrattuna. Keksinnön mukaisella menetelmällä voidaan pienentää langattoman viestimen tehonkulutusta, koska radorajapintatoimintojen
25 päälläoloaikaa voidaan valmiustilassa lyhentää. Langattoman viestimen ei myöskään tarvitse suorittaa mittauksia niin usein kuin tunnetun tekniikan mukaisissa langattomissa viestimissä on tarpeen lepotilan aikana.

30 Keksintöä selostetaan seuraavassa tarkemmin viitaten samalla oheisiin piirustuksiin, joissa

Kuva1 esittää pelkistettynä lohkokaaviona GPRS-järjestelmän loogista rakennetta,

35

Kuva 2 esittää pelkistetyksi GPRS-järjestelmän kerrosrakennetta ja kerrosten tietokehysrakennetta,

- Kuva 3 esittää pelkistettynä vuokaaviona keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa,
- 5 Kuva 4 esittää pelkistettynä vuokaaviona keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa,
- Kuva 5a esittää pelkistetysti GPRS-järjestelmän mukaista monikehysrakennetta,
- 10 Kuva 5b esittää keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän ajoituksia monikehysten avulla,
- Kuva 6 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukaista langatonta viestintä, ja
- 15 Kuva 7 esittää pelkistettynä lohkokaaaviona erästä vastaanotinta, jota keksinnön mukaisen langattoman viestimen yhteydessä voidaan soveltaa.
- 20 Seuraavassa on keksintöä havainnollistettu GSM-järjestelmässä toteutetun pakettivälityspalvelun GPRS avulla, mutta keksintöä ei kuitenkaan ole rajoitettu vain tähän järjestelmään. Keksintöä voidaan soveltaa myös esim. kehitteillä olevassa UMTS-järjestelmässä ja muissa kolmannen sukupolven matkaviestinjärjestelmissä.
- 25 Kuvassa 6 on esitetty pelkistettynä lohkokaaaviona keksinnön erään edullisen suoritusmuodon mukainen langaton viestin 2. Langaton viestin 2 käsittää edullisesti matkaviestintoimintoja ja tietojenkäsittelytoimintoja, joita varten langattomassa viestimessä 2 voi olla omat käyttöliittymät 33, 34. Tiedonsiirron järjestämiseksi matkaviestinverkkoon 4 langaton viestin 2 käsittää suurtaajuusosan 38, jossa on mm. lähetin (ei esitetty) ja vastaanotin. Langattomassa viestimessä 2 on vielä audiovälineet 35, kuten kuuloke ja mikrofoni. Suoritin 25 (MPU) ja digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 (DSP) on kuvan 6 mukaisessa langattomassa viestimessä 2 toteutettu ns. sovelluskohtaisesti ohjelmoitavan integroidun piirin 36 (ASIC, Application Specific Integrated Circuit) avulla. ASIC-piiri 36 käsittää myös muita toimintoja, kuten ohjauslogiikkaa (LOGIC), muistia 26 (MEM) ja liityntälogiikkaa (I/O). Langattoman
- 30
- 35

viestimen 2 muistivälineet 26 voivat käsittää myös ulkoista muistia 37. Langattoman viestimen 2 toiminnassa tarvittavat kellosignaalit yms. muodostetaan ensimmäisellä oskillaattorilla OS1 ja/tai toisella oskillaattorilla OS2.

5

Kuvassa 7 on vielä esitetty pelkistettynä lohkokaaviona erästä vastaanotinta RX, jota keksinnön mukaisen langattoman viestimen 2 yhteydessä voidaan soveltaa. Vastaanottimessa RX signaaleja vastaanotetaan antennilla ANT ja johdetaan antennikytkimen 29 kautta vastaanottimen etuasteeseen 30, jossa suoritetaan vastaanotetulle signaalille mm. kaistanpäästösuodatus ja muuntaminen joko suoramuu-
10 noksena tai yhden tai useamman välitaajuuden kautta kantataajuisiksi signaaleiksi. Tämä muuntaminen suoritetaan sinänsä tunnetusti sekoittamalla vastaanotettuun signaaliin yksi tai useampi paikallisoskillaattori-
15 taajuus. PaikallisoskillaattoritaajuuDET muodostetaan valmiustilassa edullisesti ensimmäisellä oskillaattorilla OS1 ja aktiivitulassa edullisesti toisella oskillaattorilla OS2.

Vastaanottimen etuasteesta 30 vastaanotettu signaali johdetaan ilmais-
20 tavaksi ilmaisimeen 31. Ilmaisim 31 muodostaa analogisen signaalin, joka muunnetaan digitaalseksi signaaliksi analogia/digitaalimuuntimessa 19 (ADC, Analog-Digital Converter). Tämän jälkeen digitaalisessa muodossa oleva signaali johdetaan digitaaliselle signaalinkäsittely-yksikölle 32.

25

Digitaalisessa signaalinkäsittely-yksikössä 32 voidaan myös laskea vastaanotetun signaalin voimakkuus ilmaisimen 31 muodostamasta, ilmaistusta signaalista. Signaalikohinasuhteen mittaamiseksi mitataan vastaanotetun signaalin voimakkuuden Rx lisäksi edullisesti myös koi-
30 nan ja muiden häiriösignaalien voimakkuus, jolloin signaalikohinasuhde SNR saadaan näiden mittausarvojen suhteenä. Kohinan voimakkuuden mittausta voidaan tehdä esim. jossakin tyhjäkäyntiaikajaksossa, sopivimmin vastaanottoaikajaksoa edeltävässä tyhjäkäyntiaikajaksossa. Langattoman viestimen suoritin 25 asettaa tällöin digitaaliselle
35 signaalinkäsittely-yksikölle 32 tiedon siitä, että vastaanotettu signaali ei ole hyötysignaalia, vaan häiriösignaalia. Tällöin digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 laskee ilmaisimen 31 muodostaman signaalin perusteella kohinan voimakkuuden, jolloin myös signaalikohinasuhde

SNR on laskettavissa. On selvää, että mainitut vastaanotetun signaalin voimakkuus Rx ja signaalikohinasuhde SNR voidaan määrittää myös muilla sinänsä tunnetuilla menetelmillä kuin tässä esitetty.

- 5 Vastaanottotilassa, esim. aktiivitilan tai valmiustilan aikana, langattoman viestimen 2 vastaanotin RX kuuntelee sillä vastaanottokanavalla, jonka tukiasemajärjestelmä BSS on langattomalle viestimelle 2 ilmoittanut. Langattomassa viestimessä 2 vastaanotetaan purskeita ja suoritetaan lähetysvaiheeseen nähden käänteiset toimenpiteet. Purskeet demoduloidaan demodulaattorissa 31, jolloin muodostetaan demoduloitu bittijono. Seuraavaksi poistetaan databittien sovitus sovituksen poistolohkossa 15. Lomittelun poisto suoritetaan järjestelylohkossa 16, jolloin järjestelylohkon 16 ulostulossa on bittijono, joka virheettömässä vastaanotossa vastaa lähetysvaiheen koodattua ja mahdollisesti typistettyä bittijonoa.
- 10
- 15

- Sen jälkeen, kun bittijono on dekodattu, voidaan rekonstruoitu radioyhteyden kehys siirtää langattomassa viestimessä 2 protokollapinossa 23 ylemmille tasoille sinänsä tunnetusti, jolloin vastaanotettu informaatio on sovelluksen 24 käytettävissä.
- 20

- Siinä vaiheessa kun langaton viestin 2 kirjautuu pakettiverkkoon, esim. päällekytkemisen jälkeen, suoritetaan ns. verkkoon kirjautumissignaalointi (GPRS attach). Tämä suoritetaan myös silloin, kun langaton viestin siirtyy tyhjäkäyntitilasta aktiivitilaan. Kirjautumissignaaloinnin tarkoituksena on mm. ilmoittaa pakettiverkolle 4 langattoman viestimen 2 valmiudesta pakettiyhteyksiin, ja valita sopiva hakujakso. Tämä hakujakson valinta voidaan tehdä edullisesti siten, että langaton viestin 2 valitsee jonkin hakujakson, edullisesti maksimin (64 monikehystä). Tieto valitusta hakujaksosta lähetetään langattomasta viestimestä 2 kirjautumispyyntösanomassa ATTACH_REQUEST pakettiverkkoon 4, jossa tutkitaan, voidaanko ehdotettu hakujakso ottaa käyttöön. Jos pakettiverkko 4 tukee ehdotettua hakujaksoa, lähettää se kirjautumisen vastaussanomassa ATTACH_RESPONSE langattomalle viestimelle 2 tästä tiedon (SPLIT_PG_CYCLE). Jos sen sijaan pakettiverkko 4 ei tue ehdotettua hakujaksoa, valitsee se jonkin pakettiverkossa 4 käytettävissä olevan hakujakson ja lähettää vastaussanomassa tiedon valitsemastaan hakujaksosta. Sen jälkeen kun hakujakso on saatu valittua,
- 25
- 30
- 35

tallennetaan tämä arvo langattomaan viestimeen 2 sekä pakettiverkkoon 4. Kirjautumissignaloinnin yhteydessä langattomalle viestimelle 2 ilmoitetaan myös siitä, missä alajaksoissa hakusanomia lähetetään kyseiselle langattomalle viestimelle 2.

5

Selostetaan seuraavaksi tarkemmin keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa langattomassa viestimessä 2 viitaten samalla oheisen kuvan 3 vuokaavioon ja kuvan 5b kehyksiin. Oletetaan, että langaton viestin 2 on suorittanut matkaviestinverkkoon kirjautumisen ja langattomalle viestimelle 2 on valittu hakujakso. Kirjautumisen jälkeen langaton viestin 2 on vastaanottanut pakettiverkosta edullisesti PCCCH-kanavassa tiedon langattomalle viestimelle 2 lähetettävän hakusanoman sijainnista monikehyksessä (lohko 301). Tätä PCCCH-kanavan käyttämää radiolohkoa on merkitty viitteillä

10

15

P kuvaan 5b. Lisäksi kuvaan 5b on viitteillä UD1 merkitty niitä hakusanomia, jotka on tarkoitettu sen ryhmän vastaanotettaviksi, johon kyseinen langaton viestin 2 kuuluu. Vastaavasti muille ryhmille tarkoitettuja hakusanomia on kuvaan 5b merkitty viitteillä UD2.

20

Kun langaton viestin 2 siirtyy aktiivitilasta valmiustilaan, laskee edullisesti digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 sen, kuinka monta aikajaksoa on seuraavaan kyseiselle langattomalle viestimelle 2 varattuun vastaanottoaikajaksoon, eli milloin seuraava hakusanoma UD1 lähetetään pakettiverkossa langattomalle viestimelle 2 (lohko 302). Digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 tutkii, onko seuraavaan kehykseen

25

kuluva aika niin pitkä, että langaton viestin 2 on mahdollista asettaa lepotilaan (lohko 303). Jos aika ei riitä lepotilaan siirtymiseen, pysyy toimintatila valmiustilassa seuraavan vastaanottoaikajaksossa lähetettävän informaation vastaanottamiseksi. Jos sen sijaan aika riittää lepotilaan asettamiseen, suoritetaan langattoman viestimen 2 asettaminen lepotilaan.

30

35

Lepotilan käynnistämiseksi asetetaan aikavalvonta, esim. digitaalisen signaalinkäsittely-yksikön 32 yhteydessä olevan ajastimen T1 (kuva 6) avulla. Aikavalvonnan tarkoituksena on keskeyttää lepotila synkronoitumisen suorittamiseksi, kuten jäljempänä tässä selityksessä esitetään. Tämän jälkeen langaton viestin 2 asetetaan lepotilaan (lohko 304), jolloin digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 siirtyy ns. tyhjäkäyntitilaan

(idle) ja syöttöjännite kytketään pois mm. suurtaajuusosasta sekä toisesta oskillaattorista O2. Tyhjäkäyntitilassa digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 ei suorita ohjelmakoodia, mutta esim. ajastin T1 on toiminnassa. Langattoman viestimen 2 lepotilassa muodostetaan tarvittavat ajoitukset ensimmäisellä oskillaattorilla O1, jonka taajuus on esim. 32 kHz. Lepotilan maksimipituus tässä edullisessa suoritusmuodossa on yhdeksän monikehystä, jolloin langaton viestin 2 on mahdollista pitää synkronoituneena pakettiverkkoon myös ensimmäisen oskillaattorin O1 avulla sinänsä tunnetusti. On selvää, että tässä esitetyt lukuarvot ovat vain keksintöä havainnollistavia mutta eivät rajoittavia esimerkkejä.

Sen jälkeen kun aikavalvonnassa asetettu aika on kulunut umpeen, muodostaa ajastin T1 keskeytyssignaalin tai vastaavan herätteen digitaaliseen signaalinkäsittely-yksikölle 32. Tämä aikaansaa sen, että digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö siirtyy normaaliin toimintatilaan (lohko 305) mm. seuraavien toimenpiteiden suorittamiseksi. Digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 tutkii (lohko 306), onko käytössä oleva hakujakso pidempi kuin ennalta asetettu raja-arvo, edullisesti yhdeksän monikehystä GPRS-järjestelmän mukaisessa pakettiverkossa.

Jos hakujakso on pienempi tai yhtäsuuri kuin mainittu raja-arvo, asettaa digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 langattoman viestimen suurtaajuusosan toimintaan langattomalle viestimelle 2 tarkoitetun hakusanoman UD1 vastaanottamiseksi sinänsä tunnetusti (lohko 307). Tällöin käynnistetään mm. toinen oskillaattori O2. Langaton viestin 2 voidaan pitää synkronoituneena pakettiverkkoon edullisesti siten, että hakusanoman UD1 lähetyksessä käytetty purske käsittää sinänsä tunnetusti opetusjakson (training sequence), jota tutkimalla voidaan ajoitusvirhe laskea digitaalisessa signaalinkäsittely-yksikössä 32. Opetusjakso käsittää edullisesti 26 bittiä, jotka lähetetään keskellä pursketta. Hakusanoman vastaanoton lisäksi langaton viestin 2 voi suorittaa mm. signaalinvoimakkuusmittauksia. Tämän jälkeen toiminta jatkuu lohkoista 302.

Mikäli hakujakso on asetettu pidemmäksi kuin mainittu raja-arvo, lohkossa 308 tutkitaan, onko lepotila keskeytetty sen vuoksi, että hakujakso on kulunut umpeen ja langattomalle viestimelle 2 on tulossa

hakusanoma UD1. Tällöin toiminta siirtyy lohkoon 307 hakusanoman UD1 vastaanottoon. Jos kyseessä ei vielä ole hakujakson päätyminen, suoritetaan purskeen vastaanotto PCCCH-kanavassa P (lohko 309). Tämän purskeen opetusjaksosta digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 suorittaa ajoitusvirhelen korjaamisessa tarvittavaa laskentaa (lohko 310). Laskennan tuloksen mukaisesti muutetaan langattoman viestimen 2 ajoitusta. Tämän jälkeen toiminta jatkuu lohkosta 302.

Edellä esitetyt toiminnot voidaan suurelta osin toteuttaa digitaalisen signaalinkäsittely-yksikön 32 sovellusohjelmistossa. Mahdollisesti muutoksia tarvitaan myös ajoitusvirheen laskennassa käytettäviin algoritmeihin ja suodattimiin, koska tunnetun tekniikan mukaisissa langattomissa viestimissä on oletuksena, että virhe lasketaan kahden tai neljän purskeen vastaanoton perusteella.

Seuraavaksi selostetaan keksinnön erään toisen edullisen suoritusmuodon mukaisen menetelmän toimintaa viitaten samalla kuvan 4 vuokaavioon. Lohkojen 401, 402, 403, 404 ja 405 toiminta vastaa pääosin vastaavien lohkojen 301, 302, 303, 304 ja 305 toimintaa. Lohkossa 404 asetetaan kuitenkin lepotilan pituudeksi pidempi aika kuin ensimmäisen suoritusmuodon mukaisessa menetelmässä. Lepotilan pituuden laskemiseksi on selvitettävä se, milloin seuraava hakusanoma UD1 lähetetään ja se, missä kehyksessä ennen tätä hakujaksoa lähetetään synkronointipurske SCH-kanavassa. Lisäksi on huomioitava ensimmäisen oskillaattorin O1 suurin sallittu epätarkkuus ja lyhennettävä tätä lepotilan pituutta siinä määrin, että langaton viestin 2 siirtyy synkronointipurskeen vastaanottoon riittävän ajoissa epätarkkuudesta huolimatta. Kun synkronointipurskeen lähetyshetki on selvillä, voidaan asettaa aikavalvonta. Seuraavaksi langaton viestin 2 siirtyy lepotilaan.

Lepotila päättyy aikavalvonnan päätyttyä lohkossa 405, jolloin langaton viestin 2 asetetaan vastaanottotilaan. Langaton viestin 2 pyrkii tällöin havaitsemaan synkronointipurskeen lähetyksen (lohko 406). Jos synkronointipurskeen SCH vastaanotto onnistuu, langaton viestin 2 voi uudelleen synkronoitua pakettiverkon monikehykseen (lohko 407). Tämän jälkeen digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 laskee seuraavan hakusanoman UD1 ajankohdan (lohko 408) ja tutkii lohkossa 409, onko aika riittävä lepotilaan siirtymiseksi. Jos aika on riittävän pitkä lepotilaan

5 siirtymiseksi, suorittaa digitaalinen signaalinkäsittely-yksikkö 32 aika-
valvonnan käynnistämisen ja langattoman viestimen asettamisen lepoti-
laan (lohko 410). Jos aika ei riitä lepotilaan siirtymiseen, langaton vies-
tin pysyy normaalissa valmiustilassa seuraavan hakusanoman vas-
taanottoon saakka.

10 Mikäli langaton viestin asetettiin edellä lohkoissa 410 lepotilaan, aika-
valvonnalla se lopetetaan PCCCH-kanavassa P lähetettävän purskeen
vastaanoton ajaksi (lohko 411), kuten jo aikaisemmin tässä selityksessä
on esitetty. Lohko 412 esittää hakusanoman vastaanottoa ja mittausten
suoritusta.

15 Edellä esitetyt toiminnalliset piirteet voidaan toteuttaa suurelta osin oh-
jelmallisesti nykyisin tunnetuissa langattomissa viestimissä 2.

20 Tällä keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaisella menetel-
mällä voidaan tehonkulutusta pienentää vielä enemmän kuin keksinnön
ensimmäisen suoritusmuodon mukaisella menetelmällä erityisesti pi-
dempää hakujaksoja käytettäessä, koska lepotila keskeytetään tällöin
harvemmin.

Keksinnön mukaisella menetelmällä saavutettuja tehonsäästöä voidaan
arvioida seuraavien laskelmien avulla. Laskelmissa on tehty seuraavat
oletukset:

- 25
- hakusanoman vastaanotto: 4 TDMA kehystä
 - PBCCH/PCCCH-kanavan purskeen vastaanotto: 1 TDMA kehys
 - poistuminen lepotilasta : 1 TDMA kehys
 - mittausten suoritus/hakujakso: 5 TDMA kehystä
 - ei vastaanoteta viereisten solujen FDDH, SCH tai BCCH-kehysä

30

Tunnetun tekniikan mukaisessa menetelmässä, kun hakujakso on yh-
deksän monikehystä, saadaan langattoman viestimen ei-lepotilassa
oloaika seuraavasti:

- 35
1. poistuminen lepotilasta: 1 kehys
 2. hakusanoman vastaanotto: 4 kehystä
 3. mittausten suoritus: 5 kehystä
 4. lepotilaan siirtyminen 458 kehysten ajaksi

Edellisiä vaiheita toistetaan 64 monikehyksen aikana kahdeksan kertaa, jolloin langaton viestin ei ole lepotilassa $80 (= 8 \cdot (1+4+5))$ kehyksen ajan.

- 5 Nyt esillä olevan keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaiselle menetelmälle saadaan vertailuarvo seuraavasti:
- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
| 2. hakusanoman vastaanotto: | 4 kehystä |
| 3. mittausten suoritus: | 5 kehystä |
- 10 4. lepotilaan siirtyminen 458 kehyksen ajaksi
- | | |
|-----------------------------|---------|
| 5. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
|-----------------------------|---------|
6. yhden PCCCH-purskeen vastaanotto ja ajoitus-
korjauksen laskeminen 1 kehys
7. lepotilaan siirtyminen 466 kehyksen ajaksi
- 15 8. vaiheita 5, 6 ja 7 toistetaan, kunnes hakujakso päättyy, minkä jälkeen toistetaan myös vaiheet 1—4.

- Hakusanoman vastaanotto ja mittaukset ($1+4+5=10$ kehystä) suoritetaan vain kerran kunkin hakujakson alussa, minkä jälkeen langaton viestin poistuu lepotilasta vain ajoituksen korjauksen määrittämiseksi joka yhdeksännen monikehyksen jälkeen. Koko 64 monikehyksen aikana ajoituskorjauksia tehdään edullisesti seitsemän kertaa, mikä tarkoittaa 14:ää kehystä ($=7 \cdot (1+1)$). Kokonaisaika, jonka langaton viestin ei ole lepotilassa mainitun 64 monikehyksen aikana, on tällöin 24 kehystä, eli huomattavasti lyhyempi aika kuin tunnetun tekniikan mukainen langaton viestin. Edellä esitetyt laskelmat perustuivat siihen, että hakusanoma vastaanotto ja dekooodaus edellyttää neljän purskeen vastaanottoa. Jos hakusanoman vastaanotto ja dekooodaus voidaan suorittaa kahdesta purskeesta, vastaavat ajat ovat 64 kehystä tunnetun tekniikan mukaisessa vastaanottimessa ja 22 kehystä keksinnön ensimmäisen edullisen suoritusmuodon mukaista menetelmää soveltavassa langattomassa viestimessä.

- 35 Nyt esillä olevan keksinnön toisen edullisen suoritusmuodon mukaiselle menetelmälle saadaan vertailuarvo seuraavasti:
- | | |
|-----------------------------|-----------|
| 1. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
| 2. hakusanoman vastaanotto: | 4 kehystä |
| 3. mittausten suoritus: | 5 kehystä |

4. lepotilaan siirtyminen 3316 kehyksen ajaksi

5. poistuminen lepotilasta:

1 kehys

6. yhden SCH-purskeen vastaanotto ja ajoitus-
korjauksen laskeminen

1 kehys

5

Hakusanoman vastaanotto ja mittaukset ($1+4+5=10$ kehystä) suori-
taan vain kerran kunkin hakujakson alussa, minkä jälkeen langaton
viestin poistuu lepotilasta vasta hieman ennen hakujakson loppua ajoi-
tuksen korjauksen määrittämiseksi. Kokonaisaika, jonka langaton vies-
tin ei ole lepotilassa mainitun 64 monikehyksen aikana, on tällöin 12
kehystä, eli vielä lyhyempi aika kuin keksinnön ensimmäisen suoritus-
muodon mukaista menetelmää soveltava langaton viestin.

10

Eräässä GPRS-järjestelmässä asetetaan mittausten suoritusväliksi
maksimissaan neljä sekuntia. Tällöin edellä esitetyt lukemat muuttuvat
hiukan. Nyt esillä olevan keksinnön ensimmäisen edullisen suoritus-
muodon mukaiselle menetelmälle saadaan tällöin vertailuarvo seuraa-
vasti:

15

1. poistuminen lepotilasta:

1 kehys

20

2. hakusanoman vastaanotto:

4 kehystä

3. mittausten suoritus:

5 kehystä

4. lepotilaan siirtyminen 458 kehyksen ajaksi

5. poistuminen lepotilasta:

1 kehys

6. yhden PCCCH-purskeen vastaanotto ja ajoitus-
korjauksen laskeminen

1 kehys

25

7. lepotilaan siirtyminen 466 kehyksen ajaksi

8. poistuminen lepotilasta:

1 kehys

9. mittaukset ja yhden PCCCH-purskeen vast.otto:

8 kehystä

10. lepotilaan siirtyminen 459 kehyksen ajaksi

30

Kohdat 5—10 toistetaan 64 monikehyksen aikana kolme kertaa. Viimei-
sellä kerralla kohdassa 10 lepotila on kuitenkin lyhyempi kuin 459
kehystä. Yhteensä edellä olevasta saadaan $10+3*(1+1+1+8)=43$
kehystä, joiden aikana langaton viestin ei ole lepotilassa, kun haku-
sanoman vastaanotto suoritetaan neljästä purskeesta.

35

Vastaavasti keksinnön tolsen edullisen suoritusmuodon mukaiselle
menetelmälle saadaan tässä tilanteessa vertailuarvo seuraavasti:

- | | | |
|----|--|-----------|
| | 1. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
| | 2. hakusanoman vastaanotto: | 4 kehystä |
| | 3. mittauksen suoritus: | 5 kehystä |
| | 4. lepotilaan siirtyminen 856 kehyksen ajaksi | |
| 5 | 5. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
| | 6. mittaukset ilman PCCCH-purskeen vast.ottoa: | 8 kehystä |
| | 7. lepotilaan siirtyminen 857 kehyksen ajaksi | |
| | 8. poistuminen lepotilasta: | 1 kehys |
| 10 | 9. yhden SCH-purskeen vastaanotto ja ajoitus-
korjauksen laskeminen | 1 kehys |

15 Kohdat 5, 6 ja 7 toistetaan 64 monikehyksen aikana kolme kertaa. Viimeisellä kerralla kohdassa 7 lepotila on kuitenkin lyhyempi kuin 857 kehystä. Yhteensä edellä olevasta saadaan $10+3*(1+8)+1+1=39$ kehystä, joiden aikana langaton viestin ei ole lepotilassa, kun hakusanoman vastaanotto suoritetaan neljästä purskeesta.

20 Näissä jälkimmäisissäkin tilanteissa on nyt esillä olevan keksinnön mukainen langaton viestin ei-lepotilassa n. puolta lyhyemmän ajan kuin tunnetun tekniikan mukaiset langattomat viestimet.

25 Nyt esillä olevaa keksintöä ei ole rajoitettu ainoastaan edellä esitettyihin suoritustapoihin, vaan sitä voidaan vaihdella oheisten patenttivaatimusten puitteissa.

Patenttivaatimukset:

1. Menetelmä pakettiverkkoon (4) yhteydessä olevan langattoman viestimen (2) tehonkulutuksen pienentämiseksi, jossa pakettiverkossa informaatiota lähetetään tietokehysmuodossa, ja jossa menetelmässä määritetään langatonta viestintä varten hakujakso hakusanomien (UD1) lähettämiseksi olennaisesti mainitun hakujakson välein langattomaan viestimeen, asetetaan langaton viestintä (2) valmiustilaan ainakin hakusanomien (UD1) vastaanoton ajaksi, ja valmiustilassa oleva langaton viestintä asetetaan hakusanoman (UD1) vastaanoton jälkeen lepotilaan, jossa lepotilassa osa langattoman viestimen (2) toiminnoista asetetaan tehonsäästötilaan tai kytketään pois päältä, **tunnettu** siitä, että lepotilassa olevan langattoman viestimen toimintatila muutetaan lepotilasta valmiustilaan vastaanottamaan pakettiverkossa lähetettävää informaatiota joko väliajoin hakujakson aikana pakettiverkkoon tahdistumisen ylläpitämiseksi, tai hakujakson lopussa pakettiverkkoon tahdistumisen uudelleensuorittamiseksi.
2. Patenttivaatimuksen 1 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että lepotilassa langattoman viestimen ajoitustoimintoja ohjataan ensimmäisellä oskillaattorilla (O1), jolloin lepotilasta valmiustilaan siirtymisen ajankohta määritetään ainakin osittain mainitun ensimmäisen oskillaattorin (O1) taajuusstabiilisuuden perusteella.
3. Patenttivaatimuksen 2 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että menetelmässä suoritetaan ainakin seuraavia vaiheita:
- a) määritetään mainitun ensimmäisen oskillaattorin (O1) taajuusstabiilisuuden perusteella langattomalle viestimelle (2) tahdistusjakso,
 - b) vastaanotetaan hakusanoma (UD1),
 - c) asetetaan langaton viestintä (2) lepotilaan,
 - d) määritetään seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohta,
 - e) verrataan määritettyä tahdistusjaksoa määritettyyn vastaanottoajankohtaan,
 - f) jos tahdistusjakso on ainakin yhtä pitkä kuin aika seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaan, asetetaan lepotila päättymään olennaisesti välittömästi ennen seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaa,

- g) jos tahdistusjakso on lyhyempi kuin aika seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaan, asetetaan lepotila päättymään ennen määritetyn tahdistusajan umpeen kulumista, jolloin suoritetaan tahdistus, ja toistetaan vaiheet c)—g), ja
- 5 h) toistetaan ainakin vaiheita b)—h) kunkin hakusanoman vastaanoton yhteydessä.
- 10 4. Patenttivaatimuksen 3 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tietokehys muodostetaan purskeista, ja että tietokehyksistä muodostetaan määrämittäisiä monikehyksiä, jolloin tahdistusjakso määritetään monikehysten lukumääränä.
- 15 5. Patenttivaatimuksen 4 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että monikehys muodostetaan 52:sta tietokehyksestä, että hakujaksoksi määritetään 64 monikehystä, ja että tahdistusjaksoksi määritetään yhdeksän monikehystä.
- 20 6. Patenttivaatimuksen 4 tai 5 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että tietokehyksissä lähetetään tahdistuspurskeita, jolloin uudelleen tahdistuminen suoritetaan vastaanottamalla mainittuja tahdistuspurskeita.
- 25 7. Jonkin patenttivaatimuksen 1—6 mukainen menetelmä, **tunnettu** siitä, että pakettiverkko on GPRS-pakettiverkko.
8. Järjestelmä, joka käsittää:
- pakettiverkon (4),
 - ainakin yhden pakettiverkkoon (4) tiedonsiirtoyhteydessä olevan langattoman viestimen (2),
 - 30 - välineet (BSS, 38) informaation lähettämiseksi tietokehysmuodossa langattoman viestimen (2) ja pakettiverkon (PLMN1, PLMN2) välillä,
 - välineet (2) hakujakson määrittämiseksi, jolloin hakusanomia (UD1) on järjestetty lähetettäväksi olennaisesti mainitun hakujakson välein langattomaan viestimeen (2),
 - 35 - välineet (32) langattoman viestimen (2) asettamiseksi valmiustilaan ainakin hakusanomien (UD1) vastaanoton ajaksi,

- välineet (32) valmiustilassa olevan langattoman viestimen asettamiseksi hakusanoman (UD1) vastaanoton jälkeen lepotilaan, ja
 - välineet (25) osan langattoman viestimen (2) toiminnoista asettamiseksi tehonsäästötilaan tai kytkemiseksi pois päältä lepotilassa,
- 5 **tunnettu** siitä, että järjestelmä käsittää lisäksi välineet (T1) lepotilassa olevan langattoman viestimen toimintatilan muuttamiseksi lepotilasta valmiustilaan vastaanottamaan pakettiverkossa lähetettävää informaatiota joko väliajoin hakujakson aikana pakettiverkkoon tahdistumisen ylläpitämiseksi, tai hakujakson lopussa pakettiverkkoon tahdistumisen
- 10 uudelleensuorittamiseksi.

9. Patenttivaatimuksen 8 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että langaton viestin käsittää ensimmäisen oskillaattorin (O1) langattoman viestimen ajoitustoimintojen ohjaamiseksi lepotilassa, jolloin lepotilasta
- 15 valmiustilaan siirtymisen ajankohta on järjestetty määritetäväksi ainakin osittain mainitun ensimmäisen oskillaattorin (O1) taajuusstabiilisuuden perusteella.

10. Patenttivaatimuksen 9 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että langaton viestin (2) käsittää lisäksi:
- 20

- välineet tahdistusjakson määrittämiseksi mainitun ensimmäisen oskillaattorin (O1) taajuusstabiilisuuden perusteella,
 - välineet (38) hakusanoman (UD1) vastaanottamiseksi,
 - välineet (32) langattoman viestimen (2) asettamiseksi lepotilaan,
- 25 - välineet (32) seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohdan määrittämiseksi,
- vertailuvälineet (32) määritetyn tahdistusjakson vertaamiseksi määritettyyn vastaanottoajankohtaan,
 - välineet (32) lepotilan päättymishetken asettamiseksi mainittujen vertailuvälineiden suorittaman vertailun perusteella, jolloin
- 30
- jos tahdistusjakso on ainakin yhtä pitkä kuin aika seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaan, lepotila on asetettu päätymään olennaisesti välittömästi ennen seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaa,
- 35
- jos tahdistusjakso on lyhyempi kuin aika seuraavan hakusanoman vastaanottoajankohtaan, lepotila on asetettu päätymään ennen määritetyn tahdistusajan umpeen kulumista, jolloin on

järjestetty suoritettavaksi tahdistus, ja langattoman viestimen asettaminen lepotilaan tahdistuksen jälkeen.

- 5 11. Patenttivaatimuksen 10 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että tietokehys on muodostettu purskeista, ja että tietokehyksistä on muodostettu määrämittäisiä monikehyksiä, jolloin tahdistusjakso on järjestetty määritettäväksi monikehysten lukumääränä.
- 10 12. Patenttivaatimuksen 11 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että monikehys on muodostettu 52:sta tietokehyksestä, että hakujaksoksi on määritetty 64 monikehystä, ja että tahdistusjaksoksi on määritetty yhdeksän monikehystä.
- 15 13. Patenttivaatimuksen 11 tai 12 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että tietokehyksissä on järjestetty lähetettäväksi tahdistuspurskeita, jolloin uudelleen tahdistuminen on järjestetty suoritettavaksi vastaanottamalla mainittuja tahdistuspurskeita.
- 20 14. Jonkin patenttivaatimuksen 8—13 mukainen järjestelmä, **tunnettu** siitä, että pakettiverkko on GPRS-pakettiverkko.
15. Langaton viestin (2), joka käsittää:
- välineet (38) tiedonsiirtoyhteyden muodostamiseksi pakettiverkkoon (4),
 - 25 - välineet (32) hakujakson määrittämiseksi, jolloin hakusanomia (UD1) on järjestetty lähetettäväksi olennaisesti mainitun hakujakson välein langattomaan viestimeen (2),
 - välineet (32) langattoman viestimen (2) asettamiseksi valmiustilaan ainakin hakusanomien (UD1) vastaanoton ajaksi,
 - 30 - välineet (32) valmiustilassa olevan langattoman viestimen asettamiseksi hakusanoman (UD1) vastaanoton jälkeen lepotilaan, ja
 - välineet (25) osan langattoman viestimen (2) toiminnoista asettamiseksi tehonsäästötilaan tai kytkemiseksi pois päältä lepotilassa,
 - 35 **tunnettu** siitä, että järjestelmä käsittää lisäksi välineet (T1) lepotilassa olevan langattoman viestimen toimintatilan muuttamiseksi lepotilasta valmiustilaan vastaanottamaan pakettiverkossa lähetettävää informaatiota joko väliajoin hakujakson aikana pakettiverkkoon tahdistumisen

ylläpitämiseksi, tai hakujakson lopussa pakettiverkkoon tahdistumisen
uudelleensuorittamiseksi.

43

(57) Tiivistelmä:

Keksinnön kohteena on menetelmä pakettiverkkoon (4) yhteydessä olevan langattoman viestimen (2) tehonkulutuksen pienentämiseksi, jossa pakettiverkossa informaatiota lähetetään tietokehysmuodossa. Menetelmässä määritetään langatonta viestintä varten hakujakso hakusanomien (UD1) lähettämiseksi olennaisesti mainitun hakujakson välein langattomaan viestimeen, asetetaan langaton viestin (2) valmiustilaan ainakin hakusanomien (UD1) vastaanoton ajaksi, ja valmiustilassa oleva langaton viestin asetetaan hakusanoman (UD1) vastaanoton jälkeen lepotilaan. Lepotilassa osa langattoman viestimen (2) toiminnoista asetetaan tehonsäätötilaan tai kytketään pois päältä. Menetelmässä lepotilassa olevan langattoman viestimen toimintatila muutetaan lepotilasta valmiustilaan vastaanottamaan pakettiverkossa lähetettävää informaatiota joko väliajoin hakujakson aikana pakettiverkkoon tahdistumisen ylläpitämiseksi, tai hakujakson lopussa pakettiverkkoon tahdistumisen uudelleensuorittamiseksi.

Fig. 5b

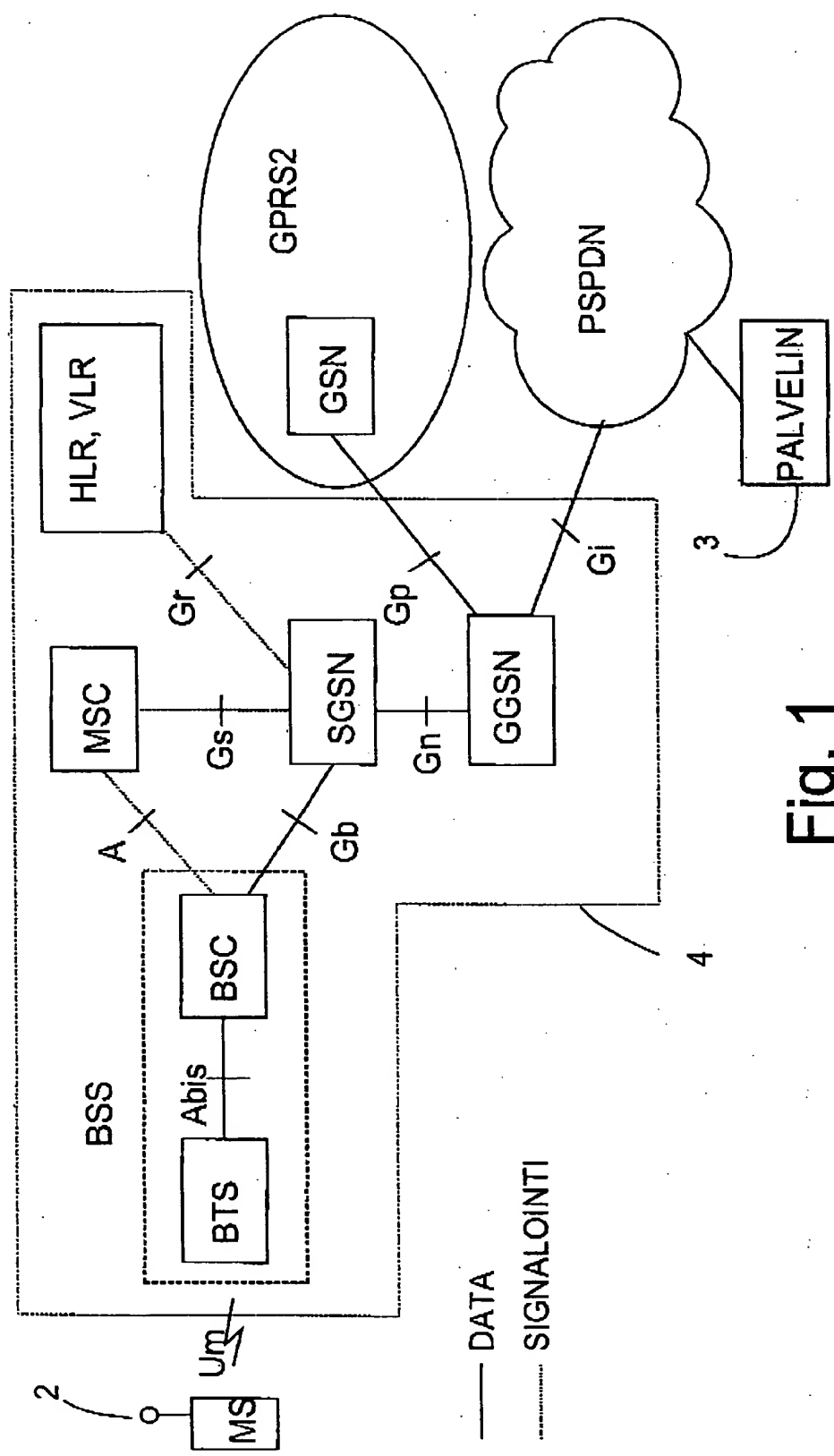


Fig. 1

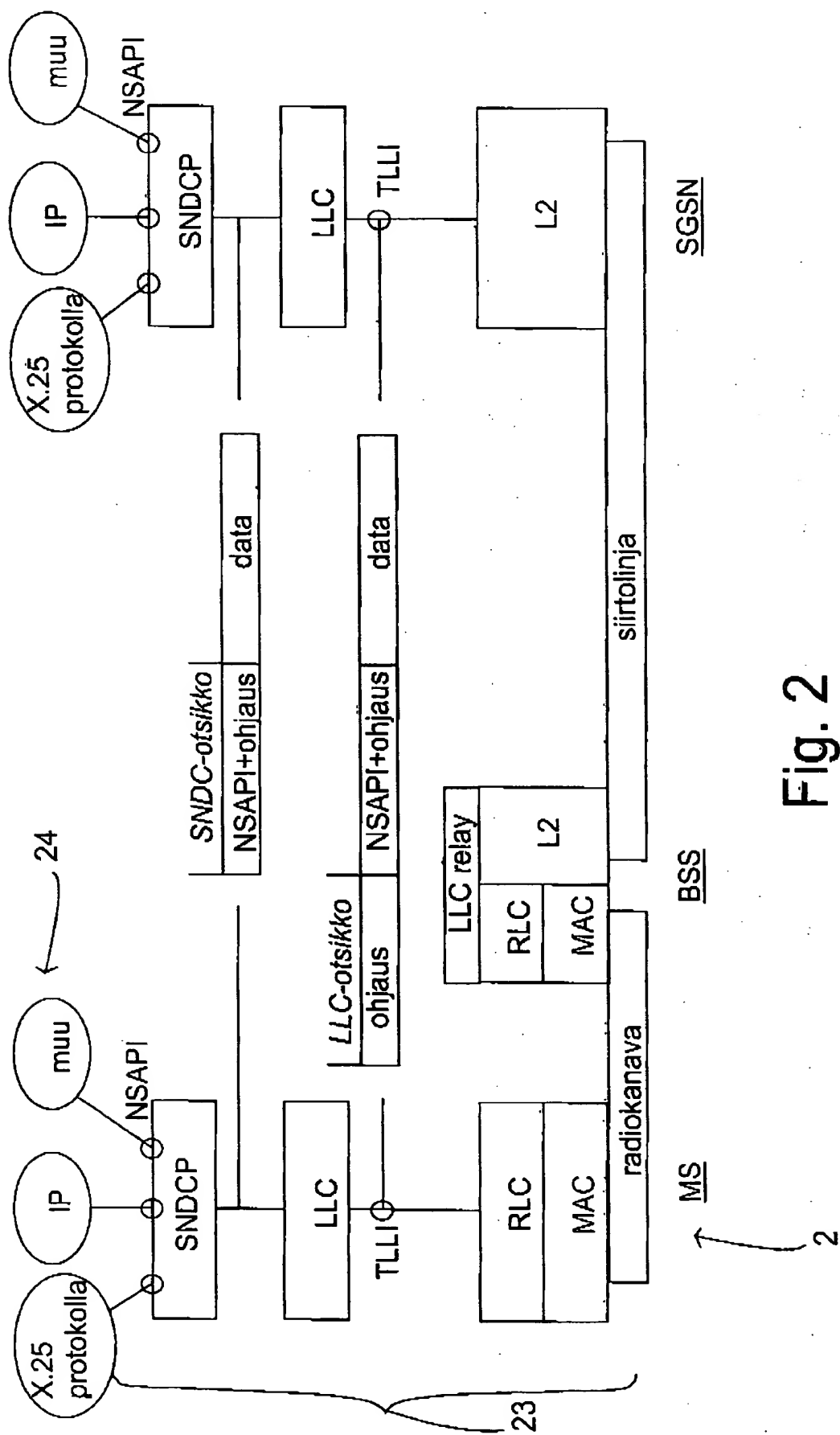


Fig. 2

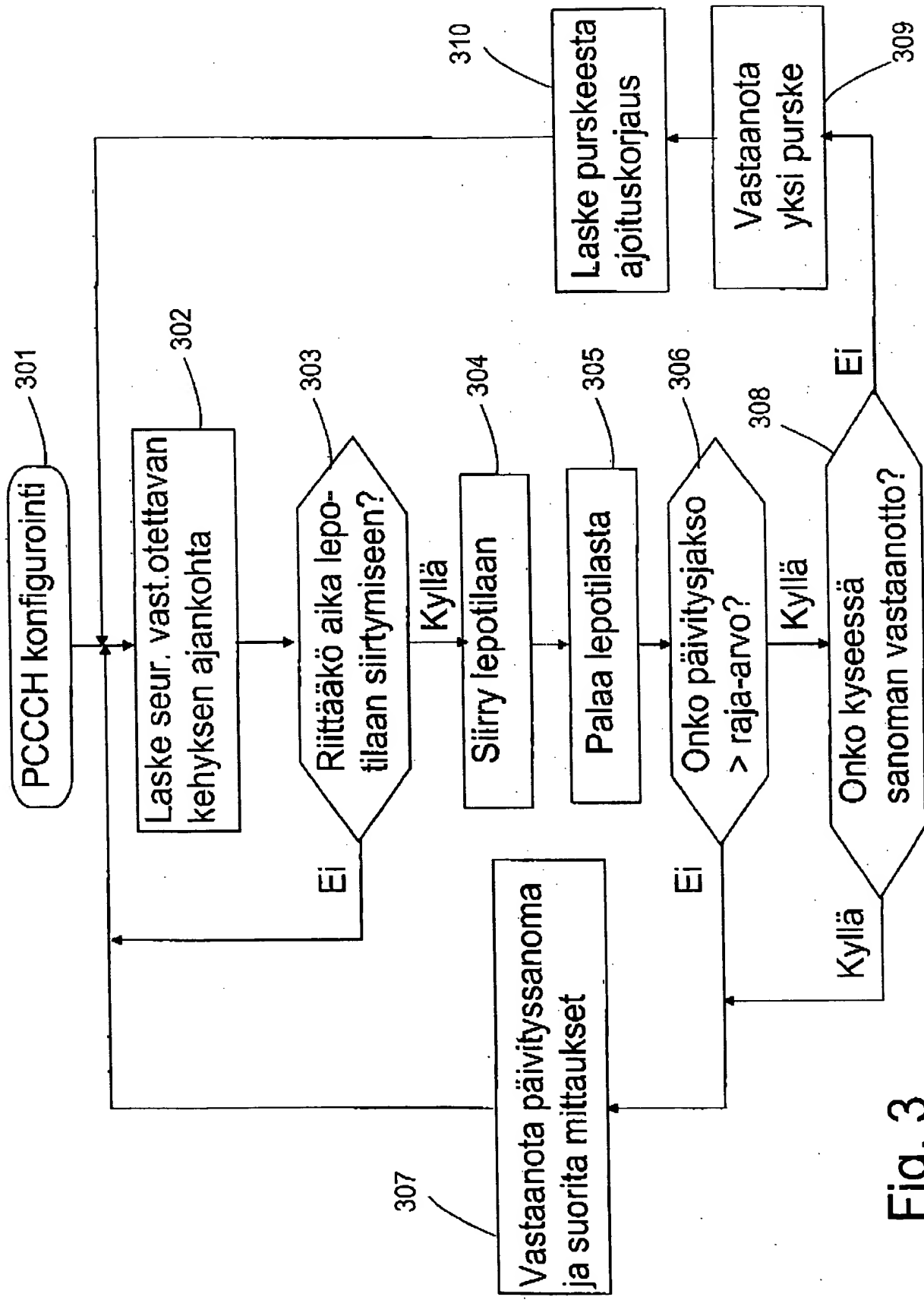


Fig. 3

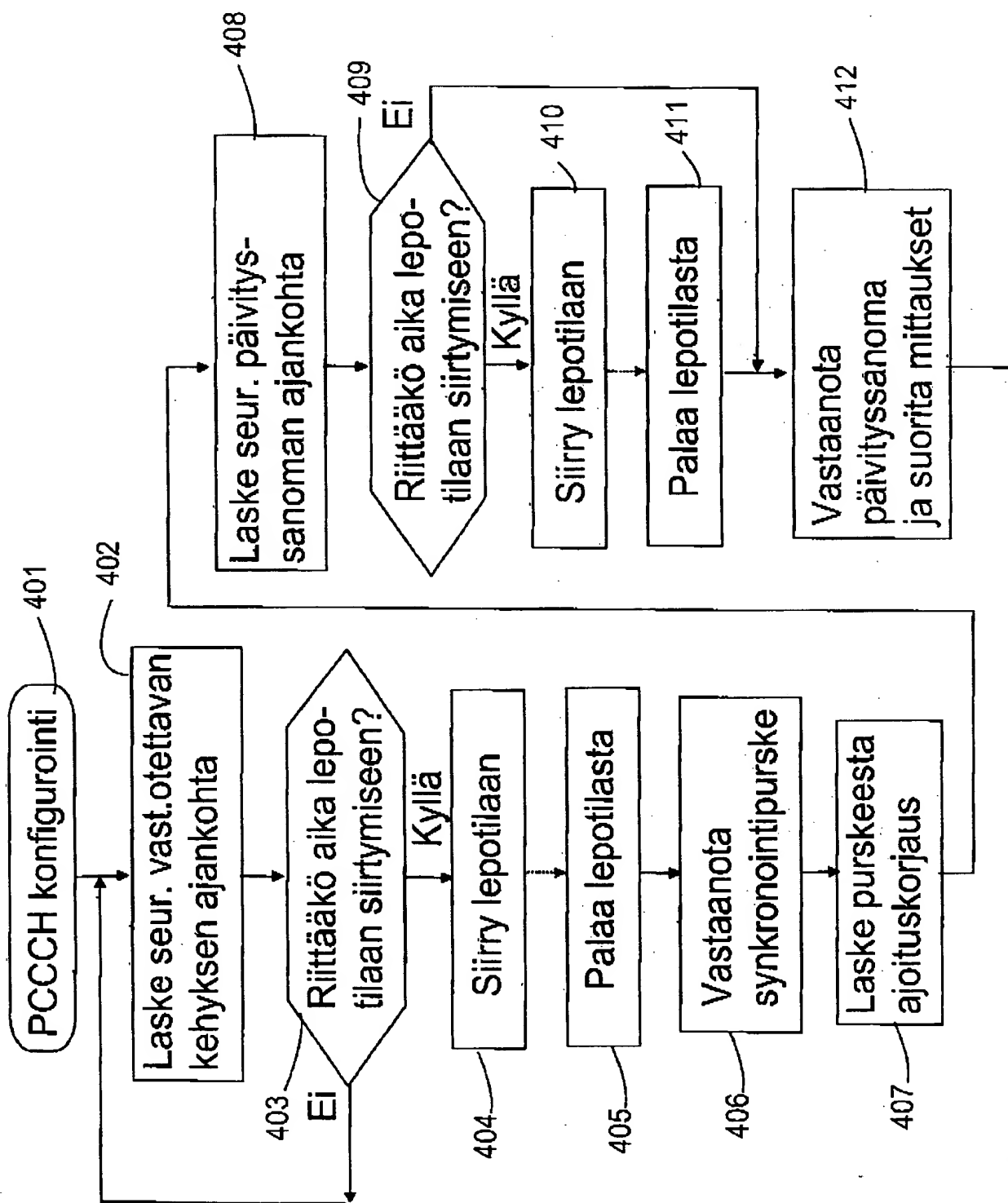


Fig. 4

RB0	RB1	RB2	T	RB3	RB4	RB5	S	RB6	RB7	RB8	T	RB9	RB10	RB11	S
-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	------	------	---

Fig. 5a

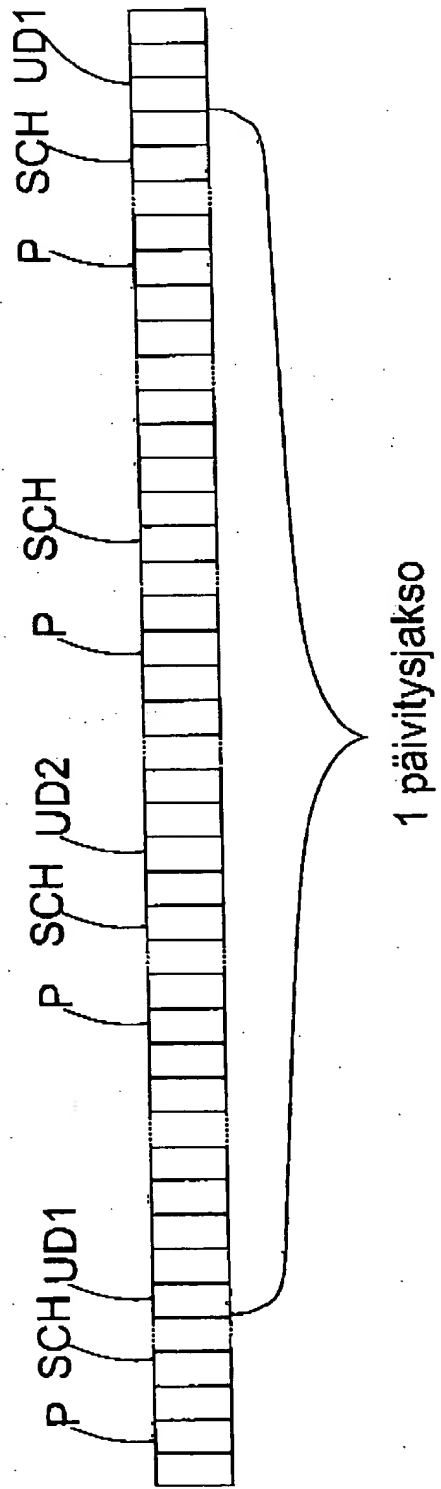


Fig. 5b

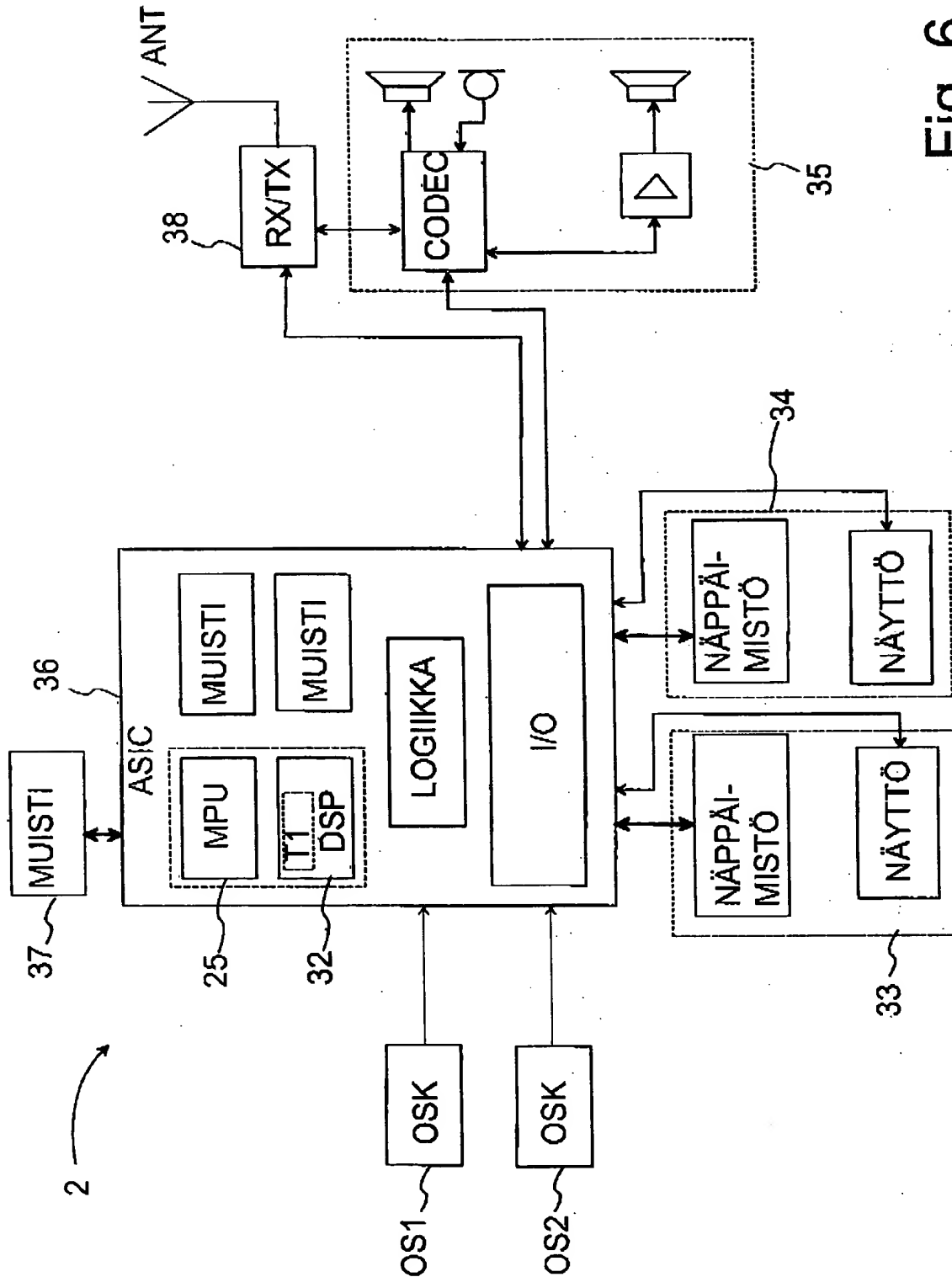


Fig. 6

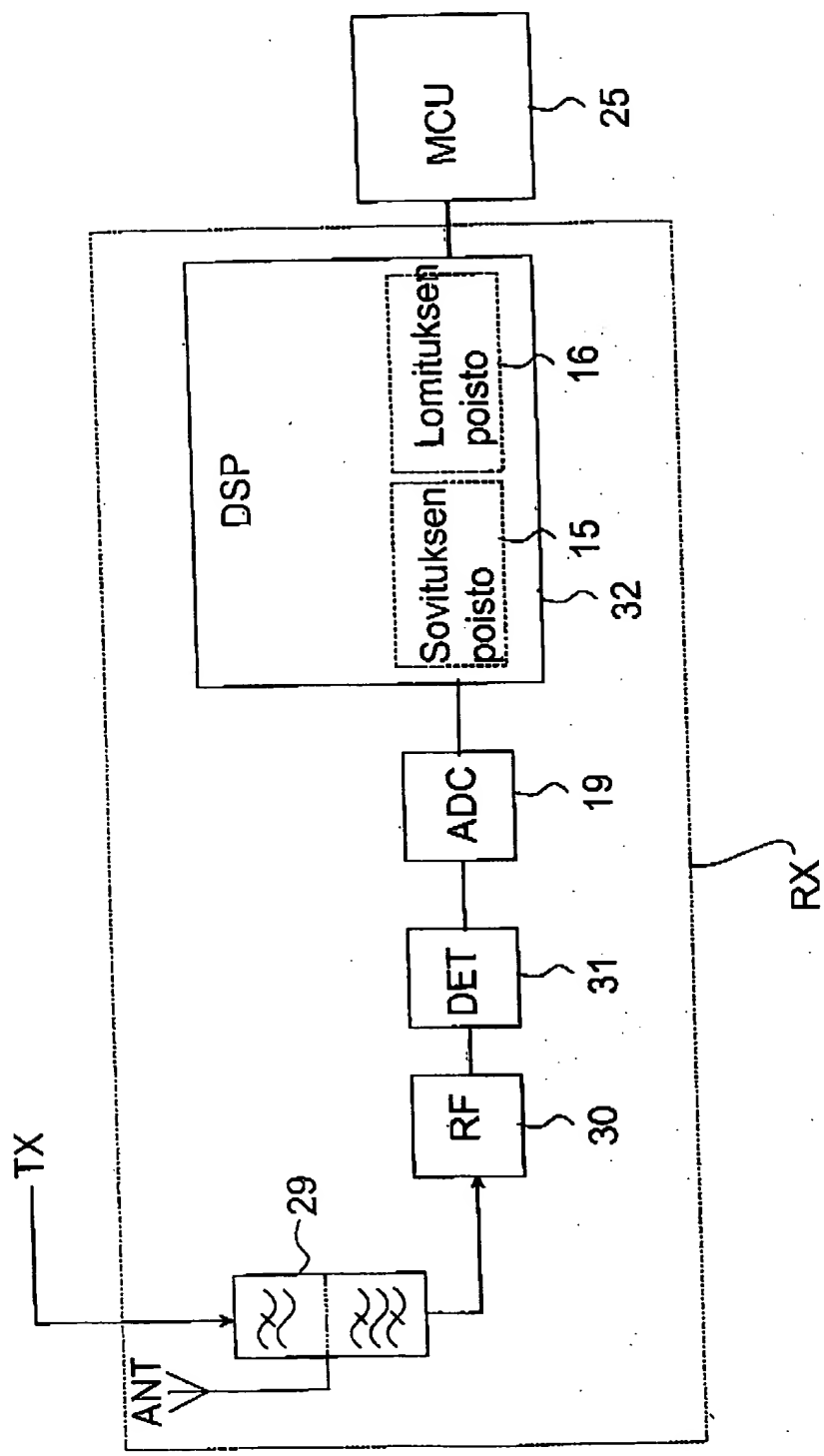


Fig. 7

C E R T I F I C A T E

I, Tuulikki Tulivirta, hereby certify that, to the best of my knowledge and belief, the following is a true translation, for which I accept responsibility, of a certified copy of Finnish Patent Application 19992635 filed on 8 December 1999.

Tampere, 21 November 2000



Tuulikki Tulivirta

Tuulikki Tulivirta
Certified Translator (Act 1148/88)

Tampereen Patenttitoimisto Oy
Hermiankatu 6
FIN-33720 TAMPERE
Finland

Method for reducing the power consumption of a mobile station

The present invention relates to a method according to the preamble of Claim 1 for reducing the power consumption of a mobile station, a system
5 according to the preamble of Claim 8 and a mobile station according to the preamble of Claim 15.

Data transfer between different data transfer devices can be arranged so that the data transfer devices, between which information is to be
10 transferred, are connected for the time needed for data transfer. This so-called circuit switched connection is maintained until the user stops the data transfer. In these cases, most of the connection time is used for feeding the commands given by the user, and only a small part of the time is used for actual data transfer. This limits, among other things, the maximum number
15 of simultaneous users of the same application. Another possibility is to use so-called packet-switched data transfer. This means that information is transferred between data transfer devices in packet form, whereby the time between packets is freely available for other data transfer devices. In that way, the number of simultaneous users can be increased especially in
20 wireless data transfer networks, such as cellular networks, because then the mobile stations in the area of the same cell can use the same transmission channel. A well known cellular communication system is the GSM system, for which a packet transmission service called GPRS (General Packet Radio Service) has been developed. The blocks that are of central importance for
25 the operation of the GPRS system are shown as a block diagram in Figure 1. The Serving GPRS Support Node (SGSN) controls the operation of the packet switching service on the side of the cellular network. The serving GPRS support node takes care of the attachment to and detachment from the network of the mobile station 2, updating the location of the mobile
30 station 2 and directing the data packets to the right addresses. The mobile station 2 is connected to the base station subsystem BSS via a radio interface Um (Fig. 1). The base station system is connected to the serving GPRS support node SGSN via a BSS-SGSN interface Gb. In the base station subsystem BSS, the base transceiver station BTS and the base
35 station controller BSC are interconnected by a BTS-BSC interface called Abis. The serving GPRS support nodes SGSN can communicate with other serving GPRS support nodes SGSN by means of the Gateway GPRS Support Node (GGSN).

The operation of both the mobile station 2 and the serving GPRS support node SGSN can be divided into several layers, each of which has a different function, as shown in Fig. 2.

5

The transfer of information, such as control signalling and information sent by the user, between the mobile station 2 and the serving support node SGSN preferably takes place in the form of data frames. The data frame of each layer consists of a header field and a data field. Fig. 2 also shows the structure of the data frames used in the GPRS system in different layers.

10

The information contained by the data field can be, for example, information fed by the user of the mobile station or signalling information. The functional tasks of the layers of the GPRS system are shown in the following.

15

Lowest in the Data Link Layer is the MAC (Media Access Control) layer, which takes care of using the radio path in communications between the mobile station 2 and the Base Station Subsystem), such as allocating the channels for transmission and reception of packets.

20

A time division / frequency division multiple access (TDMA/FDMA) method according to the GSM system is used in the physical layer (radio path) in the GPRS system. The basic transmission unit is called a burst, which consists of a certain number of bits sent to the radio path. The length of a burst is 15/26 ms, or approx. 0,577 ms. The radio path is also divided into channels, in which the difference between the medium frequencies is 200 kHz in the GPRS/GSM system.

25

Eight bursts or time slots constitute one TDMA frame. These frames are combined to form a larger 52-multiframe, which comprises 52 TDMA frames. Figure 5a illustrates the structure of such a multiframe as a simplified diagram. These multiframes are used in the implementation of logical channels. The multiframe is divided into 12 radio blocks (RB0—RB11), each of which includes four TDMA frames. One radio block is needed to send one RLC/MAC frame. In addition, the multiframe includes two so-called search frames (S), during which the base station of the cell does not send on the logical packet data channel (PDCH). Then the mobile stations in the area of the cell can perform measurements of the signal

30

35

strength and interference of the base stations of the adjacent cells. The remaining two frames are reserved for the transmission (T) of the Packet Timing Advance Channel (PTCCH).

5 Logical channels have been formed in the GPRS system for various purposes of signalling and transmission of data packets. Of these logical channels the following may be mentioned in this context: PCCCH (Packet Common Control Channel), PBCCH (Packet Broadcast Control Channel), PDTCH (Packet Data Traffic Channel), PACCH (Packet Associated Control Channel) and PTCCH (Packet Timing Advance Channel). The PCCCH
10 channel is used, for instance, during a packet-switched connection to request transmission periods from the base station for the transmission of packets, to inform of the granted periods to the mobile station, to send search messages etc. In the PBCCH channel, the base station sends system information of the packet system to the mobile station. The
15 transmission of data packets is carried out in the PDTCH channel. The PACCH channel is used for the transmission of signalling information related to the transfer of packets (acknowledgements, measurement information and reports). The PTCCH channel is used in connection with
20 timing for evaluating different delays.

In the transmission stage, the bits formed from the packets, possibly coded, are not transferred to the bursts as such, but they are interleaved and matched at first. By interleaving, the bits are divided into four bursts so that
25 bits of one byte are not all placed in the same burst, but preferably in all four bursts in a certain order. This order of interleaving is known in the receiver, and thus it is possible to return the order of the bits. The purpose of matching is to place the interleaved bits in the desired points in each burst so that bits remain in the bursts for other purposes (stealing bits), such as
30 for transmitting channel coding information or other control information.

Data transfer on the lowest level between the base station subsystem BSS and the serving GPRS support node is carried out in the L2 layer (data link layer), in which a link layer protocol, such as the known LAPD protocol,
35 frame relay protocol or the like is used. The L2 layer can also include quality or routing information according to the GPRS specifications. The L2 layer has properties of the physical layer and data link layer of the OSI model.

Above the MAC layer, there is the RLC layer (Radio Link Control), the purpose of which is to divide the data frames formed by the LLC layer into packets of a certain length that can be sent to the radio path (PDU, Protocol Data Unit), to transmit them and retransmit them, when necessary. The
5 length of the packets in the GPRS system is the length of one GSM time slot (approx. 0.577 ms).

The LLC layer (Logical Link Control) offers a reliable data transfer link between the mobile station 2 and the serving GPRS support node SGSN.
10 Among other things, the LLC layer adds error check information to the message to be transmitted. Based on this information, attempts can be made to correct incorrectly received messages, and the message can be retransmitted, when necessary. In addition, the encryption and decryption of the information is carried out in the LLC layer.

15 The functions carried out in the SNDCP layer (Sub-Network Dependent Convergence Protocol) include protocol changes of the information to be transmitted, compressing, segmentation and the segmentation of messages coming from an upper level. The structure of a SNDCP frame is also shown
20 in Fig. 2. The SNDCP frame comprises a SNDCP header field and a SNDCP data field. The SNDCP header field consists of protocol information (Network Service Access Point Identity, NSAPI) and SNDCP control information, such as compressing, segmentation and encryption specifications. The SNDCP layer functions as a protocol adapter between
25 the protocols used on the upper level and the protocol of the LLC layer (data link layer).

The information to be transmitted comes preferably as data packets according to a suitable protocol, such as Packet Data Protocol (PDP), to the
30 SNDCP layer from an application, like messages according to the X.25 protocol or the Internet protocol (IP). The application can be, for example, a data application of a mobile station, a telefax application, a computer program, which has a data transfer connection to a mobile station, etc.

35 The SNDCP frame is transferred to the LLC layer, where an LLC header field is added to the frame. The LLC header field consists of, for example, the LLC control part, which defines the number of the frame and the type of the command (info, acknowledgement, retransmission request, etc.) In

connection with the attachment to the GPRS packet network, the mobile station sends an attach request message to the serving GPRS support node. On the basis of the International Mobile Station Identity (IMSI) of the mobile station, the serving GPRS support node can retrieve information from the home location register HLR corresponding to the mobile station in question, whereby the serving GPRS support node can use this information to select a Temporary Logical Link Identity (TLLI) for a data transfer connection. If the mobile station has used a TLLI before, it can transmit the TLLI in a request message, whereby the serving GPRS support node can give this TLLI to the mobile station again, or allocate a new TLLI to it. The serving GPRS support node SGSN transmits the selected TLLI to the mobile station for use in a data transfer connection between the mobile station and the serving GPRS support node. This TLLI is used in data transfer to determine to which data transfer connection each message belongs. The same TLLI may not be in use simultaneously in more than one data transfer connection. When the connection has terminated, the TLLI used in the connection can be given to a new connection to be established.

The operator of the packet-switched network has divided the cells of the packet-switched network into Routing Areas, which can be used in determining the location of the mobile station 2. Each routing area comprises one or several cells. Then the Mobility Management operations of the mobile station are used to keep record of the location and connection status of the mobile stations in the operation area of the packet-switched network. These records are maintained both in the mobile station and the packet-switched network, preferably the serving GPRS support node SGSN. In the GSM system, the base station, which has a communications connection to the mobile station 2, is changed in connection with the reselection of a cell.

When a mobile station 2 is synchronized to the transmission of a cell in connection with start-up or when a mobile station moves to the area of another cell, the base station BTS sends information concerning, for example, the way that logical channels in the area of the cell in question are arranged in physical channels, or in which radio block and time slot of the multiframe information of each logical channel is transmitted.

The packet system divides the mobile stations 2 in the area of the cell into so-called paging groups. Paging messages are then sent to each paging group in a certain radio block of the PCCCH channel. In the GPRS system, the division into paging groups is to advantage based on the International Mobile Subscriber Identity, the number of paging channels available in a cell and the number of paging blocks available in the paging channel.

In cellular networks based on Code Division Multiple Access (CDMA) it is possible to communicate to the mobile station 2 via several base stations simultaneously. The base stations transmit a spread spectrum signal on a so-called pilot channel, whereby a mobile station can conclude on the basis of these pilot signals, which base station sends the best signal for communication. The base stations which are currently communicating with the mobile station 2 form a so-called active set. The movement of the mobile station by means of the packet-switched network of the CDMA system can be concluded from the changing of these active sets.

A mobile station in a GPRS system can have, among other things, the three following connection modes in relation to the packet-switched network. an idle mode (IDLE), a standby mode (STANDBY) and an active mode (READY). In the idle mode, the mobile station is not connected to the mobility management of the network and communication is not possible. The mobility management information of the mobile station 2 and the mobility management information of the serving GPRS support node concerning the mobile station 2 in question is not necessarily up to date, if the mobile station has moved to the area of another cell while in the idle mode. When required, the mobile station 2 performs the selection and reselection of a cell in the Public Land Mobile Network (PLMN) and the packet-switched network. In relation to the packet-switched network, a mobile station 2 in the idle mode is not connected to the network

In the active mode the mobile station is connected to the mobility management of the packet-switched network, the location of the mobile station is known in the packet-switched network with the accuracy of a cell, and the mobile station can both send and receive data packets. The selection and reselection of a cell in the packet-switched network is performed by either the mobile station 2, or the packet-switched network can control the selection of a cell. The header field of the Base Station

Subsystem GPRS Protocol (BSSGP) packet includes the cell identification information. The purpose of the GPRS protocol level of this base station subsystem in a system based on the packet-switched network described here is to transmit information related to the routing and the Quality of Service (QoS) between the Base Station Subsystem (BSS) and the serving GPRS support node SGSN.

In the active mode, the mobile station is connected to the mobility management of the packet-switched network, but the mobile station cannot send or receive data packets. The location of the mobile station in the packet-switched network is known only with the accuracy of the routing area. The reception of paging requests from the serving GPRS support node for cell selection (CS) services is possible. Moving from the active mode to the standby mode can be done when, for example, a sufficiently long time has passed since the transmission of the last data packet between the mobile station and the packet-switched network. A mobile station 2 in the standby mode can start either activation or deactivation of a packet-switched connection (PDP). The status of the packet-switched connection must be updated before sending or receiving data packets. If a packet-switched connection has been activated, the serving GPRS support node can receive packets. Then the serving GPRS support node SGSN sends a paging request to the routing area where the mobile station 2 is located. When the mobile station 2 sends a reply message to this request, the connection mode of the mobile station 2 is changed into the active mode. The connection mode of the serving GPRS support node SGSN is changed into the active mode after it has received a reply message to a paging request from the mobile station 2. The connection mode of the mobile station 2 is changed from the standby mode to the active mode also when the mobile station sends data packets or signalling information to the serving GPRS support node SGSN. In a corresponding manner, in the serving GPRS support node SGSN the change of the connection mode from the standby mode to the active mode is also done in the situation that the SGSN receives data packets sent by the mobile station 2, or signalling information.

The mobile station receives paging messages from the base station it is listening to at the time. From these paging messages the mobile station can find out whether there are transmissions coming to it from the base station.

The time between two consecutive paging messages is called a DRX period (discontinuous reception). Later in this specification, this DRX period will be called a paging period. During a paging period, the mobile station can set itself to a power saving mode for a certain time, because it does not expect to be getting any transmissions from the mobile communication network. Such a discontinuous reception mode (DRX mode) is allowed for a mobile station in a standby mode in all other times except when the mobile station is performing cell selection functions. The length of the period can vary, and the mobile station receives from the base station parameter information, on the basis of which the mobile station can calculate when the next paging message can be expected. Because the mobile station is synchronized to the base station transmission, the mobile station knows the transmission time of the next paging message. A discontinuous reception mode like this enables switching all possible functional blocks connected with the radio interface off when they are not needed. Functional blocks like this are, for example: the radio part, the baseband part, which preferably also comprises a digital signal processing unit, and a system oscillator used in the radio interface functions. The purpose of this arrangement is to reduce the overall power consumption of the mobile station.

However, the mobile station must change from the idle mode back to the standby mode at times for receiving the above mentioned paging messages, for example. In the GPRS system, the maximum length of the idle mode is specified as a time corresponding to 64 52-multiframes, or approx. 15 s. Then the maximum delay for establishing a connection with the mobile station is approx. 15 seconds. However, in practical applications the maximum length of the idle state is made much shorter, nine 52-multiframes, or approx. two seconds, because of the specifications of the GSM system and the fact that the frequency stability of an oscillator used in the idle state may not be sufficient to keep the mobile station synchronized to the mobile communication network. If a prior art mobile station does not keep synchronized to the mobile communication network during the idle mode, this can mean that the mobile station cannot receive the next paging message. On the other hand, the power consumption of a mobile station is generally the higher the shorter the idle period is.

It is an objective of the present invention to provide a method for reducing power consumption in a mobile station, a system in which the method is

applied, and a mobile station. The method according to the present invention is characterized in what is set forth in the characterizing part of Claim 1. The system according to the present invention is characterized in what is set forth in the characterizing part of Claim 8. The mobile station
5 according to the present invention is characterized in what is set forth in the characterizing part of Claim 15. The invention is based on the idea that in order to save power, the duration of the idle mode is increased by lengthening the paging period. In the solution according to the invention, this is enabled by either carrying out synchronization functions in the mobile
10 station during the paging period or by carrying out the synchronization of the mobile station before the reception of the next paging message.

The present invention provides considerable advantages as compared to the prior art solutions, packet-switched networks and mobile stations. The
15 method according to the invention reduces the power consumption of the mobile station, because the period when the radio interface functions are on can be shortened in the standby mode. In addition, it is not necessary for the mobile station to perform measurements as often as it is required in the prior art mobile stations during the idle mode.

20

In the following, the invention will be described in more detail with reference to the accompanying drawings, in which

Figure 1 illustrates the logical structure of the GPRS system as a
25 simplified block diagram,

Figure 2 illustrates the layered structure of the GPRS system and the data frame structure of the layers in a simplified manner,

30 Figure 3 illustrates the functioning of a method according to the first preferred embodiment of the invention as a simplified flowchart,

Figure 4 illustrates the functioning of a method according to the second preferred embodiment of the invention as a simplified flowchart,

35

Figure 5a illustrates the multiframe structure according to the GPRS system in a simplified manner,

Figure 5b illustrates the timings of the method according to the second preferred embodiment of the invention by means of multiframe,

5 Figure 6 shows a mobile station according to a preferred embodiment of the invention as a simplified block diagram, and

Figure 7 shows a simplified block diagram of a receiver, which can be used in connection with the mobile station according to the invention.

10 In the following, the invention is described with reference to the packet-switched service GPRS implemented in the GSM system, but the invention is not limited to this system only. The invention can also be applied in the UMTS system being developed , and in other mobile communication systems of the third generation.

15

Fig. 6 shows a simplified block diagram of a mobile station 2 according to a preferred embodiment of the invention. The mobile station 2 preferably comprises mobile station functions and data processing functions, for which the mobile station 2 can have dedicated user interfaces 33, 34. In order to
20 arrange data transmission to the mobile communication network 4, the mobile station 2 comprises a high-frequency part 38, which includes, among other things, a transmitter (not shown) and a receiver. The mobile station 2 also includes audio devices 35, such as an earphone and a microphone. In a mobile station 2 according to Fig. 6, the processor 25 (MPU) and the
25 digital signal processing unit 32 (DSP) are implemented by means of an Application Specific Integrated Circuit (ASIC) 36. An ASIC circuit 36 also comprises other functions, such as control logic (LOGIC), memory 26 (MEM) and input/output logic (I/O). The memory devices 26 of a mobile station 2 can also comprise external memory 37. The clock signals and the
30 like needed in the operation of the mobile station 2 are generated with the first oscillator OS1 and/or the second oscillator OS2.

Fig. 7 also shows a simplified block diagram of a receiver RX, which can be used in connection with the mobile station 2 according to the invention. In
35 the receiver RX, signals are received with an antenna ANT and conducted via an antenna switch 29 to the pre-stage 30 of the receiver, in which pre-stage the received signal is, among other things, band-pass filtered and transformed either as direct transformation or via one or more intermediate

frequencies to a baseband signal. The transformation is carried out in a manner known as such by mixing one or more local oscillator frequencies to the received signal. The local oscillator frequencies are generated preferably with the first oscillator OS1 in the standby mode and preferably
5 with the second oscillator OS2 in the active mode.

The signal received from the pre-stage 30 is conducted for detection to the detector 31. The detector 31 forms an analog signal, which is converted to a digital signal in the Analog-to-Digital Converter (ADC) 19. After this, the
10 digitized signal is conducted to the digital signal processing unit 32.

In the digital signal processing unit 32, it is also possible to calculate the strength of the received signal from the detected signal formed by the detector 31. For measuring the signal-to-noise ratio (SNR), the strength of
15 the noise and other interfering signals is preferably also measured in addition to the strength Rx of the received signal, whereby the signal-to-noise ratio is obtained as the ratio of these measurement results. The strength of the noise can be measured in an idle period, for example, preferably in the idle period preceding the reception period. The processor
20 25 of the mobile station then gives the digital signal processing unit 32 the information that the received signal is not a useful signal but a spurious signal. Then the digital signal processing unit 32 calculates the strength of the noise on the basis of the signal formed by the detector 31, whereby the signal-noise ratio SNR can also be calculated. Obviously the strength of the
25 received signal Rx and the signal-to-noise ratio SNR can also be determined with other methods known as such than the ones described here.

In the reception mode, e.g. during the active mode or the standby mode, the
30 receiver RX of the mobile station 2 thus listens with the reception channel, which has been notified to the mobile station 2 by the base station subsystem BSS. The mobile station 2 receives bursts and carries out operations that are reverse to the transmission stage. The bursts are demodulated in a demodulator 31, whereby a demodulated bit string is
35 formed. The next step is to remove the matching of the data bits in the dematching block 15. The interleaving is removed in the arrangement block 16, whereby there is a bit string in the output of the arrangement block 16

corresponding to the coded and possibly clipped bit string of the transmission stage in errorless reception.

5 When the bit string has been decoded, the reconstructed frame of the radio connection can be moved in the mobile station 2 to upper levels in the protocol stack 23, in a manner known as such, whereby the received information is available for the application 24.

10 The so-called GPRS attach signalling is performed when the mobile station 2 attaches to the packet-switched network, after switching on, for example. This is also performed when the mobile station changes from the idle mode to the active mode. The purpose of the GPRS attach is, among other things, to inform the packet-switched network 4 of the readiness of the mobile station 2 to packet-switched connections, and to select a suitable paging period. This selection of the paging period can preferably be carried out so
15 that the mobile station 2 selects a paging period, preferably the maximum (64 multiframes). Information of the selected paging period is sent from the mobile station 2 in an ATTACH_REQUEST message to the packet-switched network 4, where it is examined whether the suggested paging period can be taken into use. If the packet-switched network 4 supports the suggested
20 paging period, it sends information about this (SPLIT_PG_CYCLE) to the mobile station 2 in an ATTACH_RESPONSE message. But if the packet-switched network 4 does not support the suggested paging period, it selects a paging period available in the packet-switched network 4 and sends information about the selected paging period in a response message. After
25 the paging period has been selected, this value is saved in the mobile station 2 and the packet-switched network 4. In connection with the attach signalling, the mobile station 2 is also notified in which time slots paging messages are sent to the mobile station 2.

30

In the following, the operation of the method according to the first preferred embodiment of the invention in the mobile station 2 will be described in more detail with reference to the flow chart of Fig. 3 and the frames of Fig. 5b. It is assumed that the mobile station 2 has performed the attachment to
35 the mobile communication network, and a paging period has been selected for the mobile station 2. After the attachment, the mobile station 2 has received from the packet-switched network, preferably in the PCCCH channel, information about the location of the paging message to be sent to

the mobile station 2 in the multiframe (block 301). This radio block used by the PCCCH channel is marked with the letter P in Fig. 5b. In addition, the marking UD1 is used in Fig. 5b to denote the paging messages, which are intended for reception by the group to which the mobile station 2 belongs.

5 Correspondingly, paging messages intended for other groups are marked UD2 in Fig. 5b.

When a mobile station 2 changes from the active mode to the standby mode, the digital signal processing unit 32 preferably calculates how many

10 time slots there are before the next reception time slot allocated to the mobile station 2, or when the next paging message UD1 will be sent in the packet-switched network to the mobile station 2 (block 302). The digital signal processing unit 32 examines whether the time before the next frame is so long that it is possible to set the mobile station 2 in the idle mode

15 (block 303) If the time is not sufficient for changing to the idle mode, the mobile station stays in the standby mode for receiving the information to be sent in the next reception time slot. If the time is sufficient for setting to the idle mode, the mobile station 2 is set to the idle mode.

20 In order to start the idle mode, a time control is set by means of a timer T1 (Fig. 6) in connection with the digital signal processing unit 32, for example. The purpose of the time control is to interrupt the idle mode in order to perform synchronization, as will be explained later in this specification. After this, the mobile station 2 is set to the idle mode (block 304), whereby the

25 digital signal processing unit 32 changes to an idle mode, and the input voltage is switched off from the high-frequency part and the second oscillator O2, for instance. In the idle mode, the digital signal processing unit 32 does not perform the program code, but the timer T1, for example, is in operation. In the idle mode of the mobile station 2, the required timings are

30 created with the first oscillator O1, the frequency of which is, for example, 32 kHz. The maximum length of the idle mode in this preferred embodiment is nine multiframes, whereby it is also possible to keep the mobile station 2 synchronized to the packet-switched network by means of the first oscillator O1, in a manner known as such. Obviously the numerical values presented

35 here only serve as examples which illustrate the invention, but do not constitute a limitation thereof.

After the time set in the time control has expired, the timer T1 creates an interrupt signal or a corresponding excitation to the digital signal processing unit 32. As a result of this, the digital signal processing unit changes to the normal operation mode (block 305) in order to perform the following measures, among other things. The digital signal processing unit 32 examines (block 306) whether the paging period in use is longer than the threshold value set in advance, preferably nine multiframes in a packet-switched network according to the GPRS system.

5 If the paging period is shorter or as long as the threshold value, the digital signal processing unit 32 sets the high-frequency part of the mobile station in operation for receiving the paging message UD1 intended for the mobile station 2 in a manner known as such (block 307). This includes starting the second oscillator O2, for instance. The mobile station 2 can be kept as
15 synchronized to the packet-switched network preferably so that the burst used in the transmission of the paging message UD1 comprises a training sequence in a known manner, and the timing error can be calculated in the digital signal processing unit 32 by examining the training sequence. The training sequence preferably comprises 26 bits, which are sent in the middle
20 of the burst. In addition to the reception of the paging message, the mobile station 2 can perform signal strength measurements, for example. After this, the operation continues from block 302.

If the paging period is set longer than the threshold value, it is examined in
25 block 308 if the idle mode has been interrupted because the paging period has expired and a paging message UD1 is coming to the mobile station 2. Then the operation moves to block 307, reception of the paging message UD1. If the paging period has not ended yet, the burst is received in the PCCCH channel P (block 309). The digital signal processing unit 32
30 performs calculation needed for the correction of timing errors (block 310) from the training period of this burst. The timing of the mobile station 2 is changed according to the result of the calculation. After this, operation continues from block 302.

35 The operations described above can also be largely implemented in the application programs of the signal processing unit 32. Some changes may also be needed in the algorithms and filters used in the calculation of the

timing error, because in the prior art mobile stations it is assumed that the error is calculated on the basis of the reception of two or four bursts.

5 The operation of a method according to another preferred embodiment of the invention will be described in the following with reference to the flow chart in Fig. 4. The operation of blocks 401, 402, 403, 404 and 405 largely corresponds to the operation of the corresponding blocks 301, 302, 303, 304 and 305. However, in block 404, a longer period of time is set as the length of the idle mode than in the method according to the first
10 embodiment. In order to calculate the length of the idle state, it has to be discovered when the next paging message UD1 will be sent and in which frame before this paging period a synchronization burst will be sent in the SCH channel. In addition, the maximum inaccuracy of the first oscillator O1 must be taken into account and the length of this idle state must be
15 shortened to such an extent that the mobile station 2 changes to the reception of the synchronization burst in time in spite of the inaccuracy. When the transmission moment of the synchronization burst is known, time control can be set. In the next step, the mobile station 2 changes to the idle state.

20 The idle state ends when the time control has ended in block 405, whereby the mobile station 2 is set to the reception mode. Then the mobile station 2 attempts to detect the transmission of a synchronization burst (block 406). If the reception of the synchronization burst SCH succeeds, the mobile station
25 2 can be synchronized to the multiframe of the packet-switched network again (block 407). After this, the digital signal processing unit 32 calculates the time of the next paging message UD1 (block 408) and examines in block 409 if the time is sufficient for changing to the idle mode. If the time is long enough for changing to the idle mode, the digital signal processing unit 32
30 starts the time control and sets the mobile station in the idle mode (block 410). If the time is not sufficient for changing to the idle mode, the mobile station stays in the normal standby mode until the reception of the next paging message.

35 If the mobile station was set in the idle mode in block 410 above, it is stopped by time control for the duration of the reception of the burst to be sent in the PCCCH channel P (block 411), as was described earlier in this

specification. Block 412 represents the reception of the paging message and the performance of the measurements.

5 The functional features described above can be largely implemented by means of software in the currently known mobile stations 2.

10 This method according to the second preferred embodiment of the invention enables reducing power consumption even more than the method according to the first embodiment of the invention, especially when using longer paging periods, because the idle mode is then interrupted less frequently.

The power saving achieved with the method according to the invention can be assessed by using the following calculations. The following assumptions have been made in the calculations:

15 reception of a paging message: 4 TDMA frames
 reception of a burst from the PBCCH/PCCCH channel: 1 TDMA frame
 exiting the idle mode: 1 TDMA frame
 performing the measurements/paging period: 5 TDMA frames
 the FDDH, SCH or BCCH frames of the adjacent cells not received

20

In a prior art method, when the paging period is nine multiframes, the non-idle time of the mobile station is calculated as follows:

exiting the idle mode: 1 frame
 reception of a paging message: 4 frames
 25 performing the measurements: 5 frames
 changing to the idle mode for 458 frames

The previous steps are repeated eight times during 64 multiframes, whereby the mobile station is not in the idle mode for the duration of 80 ($= 8 \cdot (1+4+5)$) frames.

30

A reference value for the method according to the first preferred embodiment of the invention is obtained as follows:

exiting the idle mode: 1 frame
 reception of a paging message: 4 frames
 35 performing the measurements: 5 frames
 changing to the idle mode for the duration of 458 frames
 exiting the idle mode: 1 frame
 reception of a PCCCH burst and calculation of a timing correction 1 frame

changing to the idle mode for the duration of 466 frames
the steps 5, 6 and 7 are repeated until the end of the paging period, after which the steps 1 to 4 are also repeated.

5 The reception of the paging message and the measurements ($1+4+5=10$ frames) are carried out only once at the beginning of each paging period, after which the mobile station exits the idle mode only for determining the timing correction after each nine multiframe. During the whole period of 64 multiframe, timing corrections are preferably carried out seven times, which
10 means 14 frames ($=7*(1+1)$). The whole time during which the mobile station is not in the idle mode during the period of 64 multiframe is thus 24 frames, which is a considerably shorter time than that of the prior art mobile station. The calculations above were based on the fact that the reception and decoding of a paging message require the reception of four bursts. If
15 the reception and decoding of the paging message can be carried out from two bursts, the corresponding times are 64 frames in a prior art receiver and 22 frames in a mobile station applying a method according to the first preferred embodiment of the invention.

20 A reference value for the method according to the second preferred embodiment of the invention is obtained as follows:

exiting the idle mode: 1 frame

reception of a paging message: 4 frames

performing the measurements: 5 frames

25 changing to the idle mode for the duration of 3316 frames

exiting the idle mode: 1 frame

reception of a SCH burst and calculation of a timing correction 1 frame

30 The reception of the paging message and the measurements ($1+4+5=10$ frames) are carried out only once at the beginning of each paging period, after which the mobile station exits the idle mode only a little before the end of the paging period for determining the timing correction. The whole time during which the mobile station is not in the idle mode during the period of 64 multiframe is thus 12 frames, which is even a shorter time than that of a
35 mobile station applying a method according to the first embodiment of the invention.

In a GPRS system, the maximum period between measurements can be set as four seconds, for example. Then the values mentioned above become somewhat different. A reference value for the method according to the first preferred embodiment is then obtained as follows:

- 5 exiting the idle mode: 1 frame
- reception of a paging message: 4 frames
- performing the measurements: 5 frames
- changing to the idle mode for the duration of 458 frames
- exiting the idle mode: 1 frame
- 10 reception of a PCCCH burst and calculation of a timing correction 1 frame
- changing to the idle mode for the duration of 466 frames
- exiting the idle mode: 1 frame
- measurements and the reception of one PCCCH burst: 8 frames
- changing to the idle mode for the duration of 459 frames

15

Steps 5 to 10 are repeated three times during 64 multiframes. At the last time in step 10, the idle mode is nevertheless shorter than 459 frames. The above gives a total of $10+3*(1+1+1+8)=43$ frames, during which the mobile station is not in the idle mode, when the reception of the paging period is

20

carried out from four bursts.

Correspondingly, a reference value for the method according to the second preferred embodiment of the invention is obtained in this situation as follows:

- 25 exiting the idle mode: 1 frame
- reception of a paging message: 4 frames
- performing the measurements: 5 frames
- changing to the idle mode for the duration of 856 frames
- exiting the idle mode: 1 frame
- 30 measurements without the reception of a PCCCH burst: 8 frames
- changing to the idle mode for the duration of 857 frames
- exiting the idle mode: 1 frame
- reception of a SCH burst and calculation of a timing correction 1 frame

35

Steps 5, 6 and 7 are repeated three times during 64 multiframes. At the last time in step 7, the idle mode is nevertheless shorter than 857 frames. The above gives a total of $10+3*(1+8)+1+1=39$ frames, during which the mobile

station is not in the idle mode, when the reception of the paging message is carried out from four bursts.

5 Even in these latter situations, a mobile station according to the present invention is in a not-idle state for a time, which is about half of the corresponding time in the prior art mobile stations.

10 The present invention is not limited to the above described embodiments only, but it can be varied within the scope defined by the attached claims.

Claims

1. A method for reducing the power consumption of a mobile station (2) connected to a packet-switched network (4), in which packet-switched network information is transmitted in the form of data frames, and in which method a paging period is specified for a mobile station for sending paging messages (UD1) essentially at the intervals of said paging period to the mobile station, the mobile station (2) is set in the standby mode at least for the time of the reception of paging messages (UD1), and after the reception of the paging message (UD1), the mobile station, which is in the standby mode, is set to the idle mode, in which idle mode part of the functions of the mobile station (2) are set in the power saving mode or switched off, characterized in that the mode of operation of a mobile station in the idle mode is changed from the idle mode to the standby mode to receive information transmitted in the packet-switched network either at intervals during the paging period for maintaining synchronization to the packet-switched network, or at the end of the paging period for performing the synchronization to the packet-switched network again.
2. A method according to Claim 1, characterized in that in the idle mode the timing functions of the mobile station are controlled with a first oscillator (O1), whereby the time for changing from the idle mode to the standby mode is specified at least partly on the basis of the frequency stability of the first oscillator (O1).
3. A method according to Claim 2, characterized in that the method includes at least the following steps:

 - a synchronization period is specified for the mobile station (2) on the basis of the frequency stability of the first oscillator (O1),
 - a paging message (UD1) is received,
 - the mobile station (2) is set in the idle mode,
 - the time of reception of the next paging message is specified,
 - the specified synchronization period is compared with the specified time of reception,
 - if the synchronization period is at least as long as the time before the next time of reception of a paging message, the idle mode is set to end essentially immediately before the time of reception of the next paging message,

- if the synchronization period is shorter than the time before the time of reception of the next paging message, the idle mode is set to end before the specified synchronization time has expired, whereby synchronization is performed, and the steps c) to g) are repeated, and
- 5 at least the steps b) to h) are repeated in connection with the reception of each paging message.
4. A method according to Claim 3, characterized in that the data frame is formed of bursts, and that multiframes of a certain length are formed of the
- 10 data frames, whereby the synchronization period is specified as a number of multiframes.
5. A method according to Claim 4, characterized in that the multiframe is formed of 52 data frames, that the paging period is specified as 64
- 15 multiframes, and that the synchronization period is specified as nine multiframes.
6. A method according to Claim 4 or 5, characterized in that synchronization bursts are sent in data frames, whereby resynchronization is performed by
- 20 receiving said synchronization bursts.
7. A method according to any one of the Claims 1 to 6, characterized in that the packet-switched network is a GPRS packet-switched network.
- 25 8. A system, which comprises:
a packet-switched network (4),
at least one mobile station (2) having a data transfer connection with the packet-switched network (4),
means (BSS, 38) for sending information in the form of data frames between
- 30 the mobile station (2) and the packet-switched network (PLMN1, PLMN2),
means (2) for specifying the paging period, whereby paging messages (UD1) are arranged to be sent essentially at the intervals of said paging period to the mobile station (2),
means (32) for setting the mobile station (2) to the standby mode at least for
- 35 the time of the reception of the paging messages (UD1),
means (32) for setting the mobile station, which is in the standby mode, to the idle mode after the reception of the paging message (UD1), and

means (25) for setting some of the functions of a mobile station (2) to the power saving mode or for switching them off in the idle mode, characterized in that the system also comprises means (T1) for changing the mode of operation of a mobile station, which is in the idle mode, from the idle mode to the standby mode to receive information transmitted in the packet-switched network either at intervals during the paging period for maintaining synchronization to the packet-switched network, or at the end of the paging period for performing synchronization to the packet-switched network again.

10

9. A system according to Claim 8, characterized in that the mobile station comprises a first oscillator (O1) for controlling the timing functions of the mobile station in the idle mode, whereby the time for changing from the idle mode to the standby mode is specified at least partly on the basis of the frequency stability of the first oscillator (O1).

15

10. A system according to Claim 9, characterized in that the mobile station (2) also comprises:
means for specifying the synchronization period on the basis of the frequency stability of the first oscillator (O1),
means (38) for receiving a paging message (UD1),
means (32) for setting the mobile station (2) to the idle mode,
means (32) for specifying the time of reception of the next paging message, comparison means (32) for comparing the specified synchronization period with the specified time of reception,
means (32) for setting the ending time of the idle mode on the basis of the comparison carried out with said comparison means, whereby
if the synchronization period is at least as long as the time before the next time of reception of a paging message, the idle mode has been set to end essentially immediately before the time of reception of the next paging message,
if the synchronization period is shorter than the time before the time of reception of the next paging message, the idle mode has been set to end before the specified synchronization time has expired, whereby
synchronization is arranged to be performed, and the mobile station to be set to the idle mode after synchronization.

20

25

30

35

11. A method according to Claim 10, characterized in that the data frame has been formed of bursts, and that multiframes of a certain length have been formed of the data frames, whereby the synchronization period is arranged to be specified as a number of multiframes.

5

12. A method according to Claim 11, characterized in that the multiframe has been formed of 52 data frames, that the paging period has been specified as 64 multiframes, and that the synchronization period has been specified as nine multiframes.

10

13. A method according to Claim 11 or 12, characterized in that synchronization bursts are arranged to be sent in data frames, whereby resynchronization is arranged to be performed by receiving said synchronization bursts.

15

14. A system according to any one of the Claims 8 to 13, characterized in that the packet-switched network is a GPRS packet-switched network.

15. A mobile station (2), which comprises:

20

means (38) for establishing a data transfer connection to the packet-switched network (4),

means (32) for specifying the paging period, whereby paging messages (UD1) are arranged to be sent essentially at the intervals of said paging period to the mobile station (2),

25

means (32) for setting the mobile station (2) to the standby mode at least for the time of the reception of the paging messages (UD1),

means (32) for setting the mobile station, which is in the standby mode, to the idle mode after the reception of the paging message (UD1), and

means (25) for setting some of the functions of a mobile station (2) to the power saving mode or for switching them off in the idle mode,

30

characterized in that the system also comprises means (T1) for changing the mode of operation of a mobile station, which is in the idle mode, from the idle mode to the standby mode to receive information transmitted in the packet-switched network either at intervals during the paging period for maintaining synchronization to the packet-switched network, or at the end of the paging period for performing synchronization to the packet-switched network again.

35

(57) Abstract:

5 The invention relates to a method for reducing the power consumption
of a mobile station (2) connected to a packet-switched network (4), in
which packet-switched network information is sent in the form of data
frames. In the method, a paging period is specified for the mobile
station for sending paging messages (UD1) essentially at the intervals
10 of said paging period to the mobile station, the mobile station (2) is set
to the standby mode at least for the time of the reception of the paging
messages (UD1), and the mobile station, which is in the standby mode,
is set to the idle mode after the reception of the paging message
(UD1). In the idle mode, some of the functions of the mobile station (2)
15 are set to the power saving mode or switched off. In the method, the
mode of operation of the mobile station in the idle mode is changed
from the idle mode to the standby mode to receive information
transmitted in the packet-switched network either at intervals during the
paging period for maintaining synchronization to the packet-switched
network, or at the end of the paging period for performing
20 synchronization to the packet-switched network again.

Fig. 5b

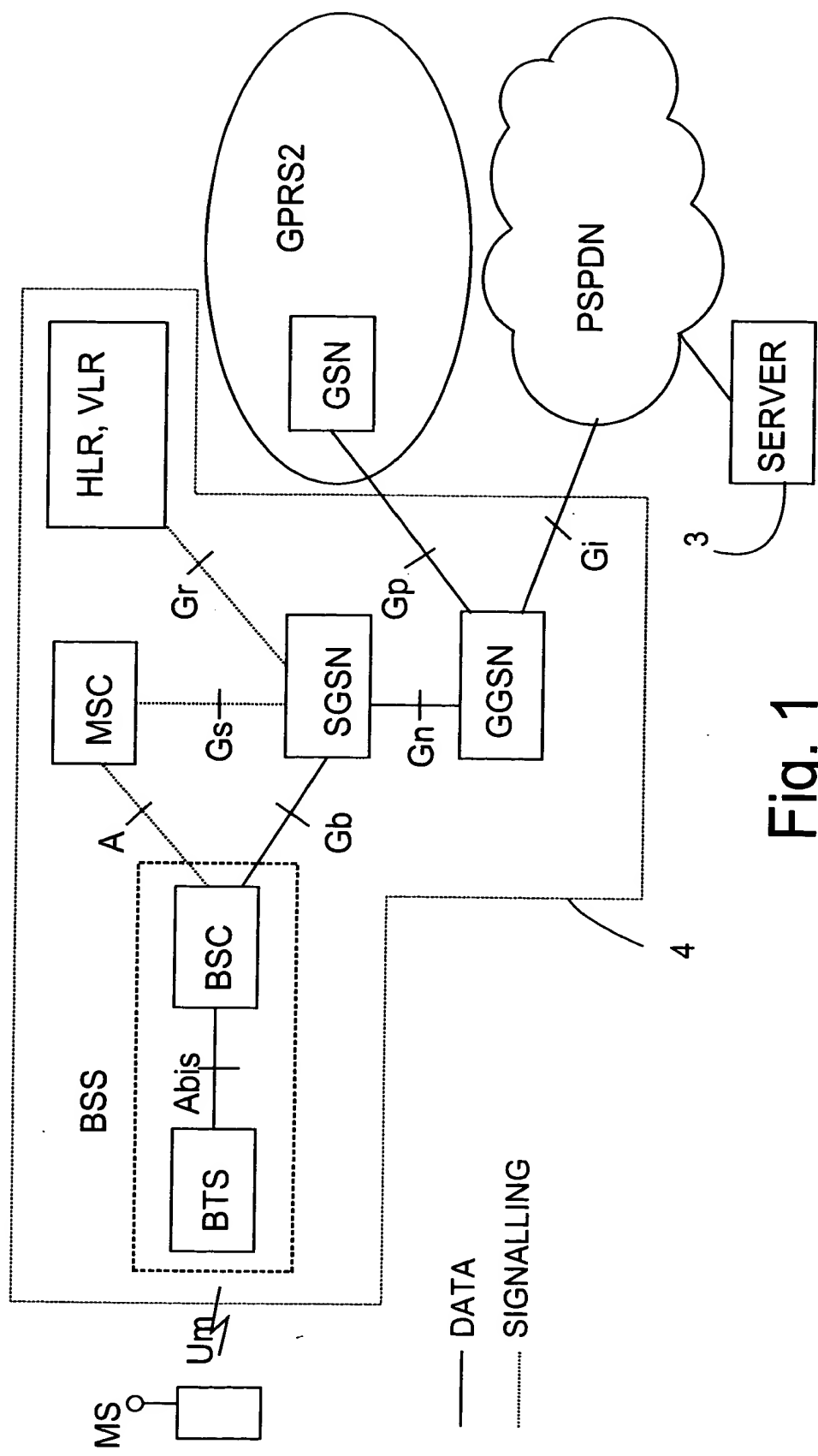


Fig. 1

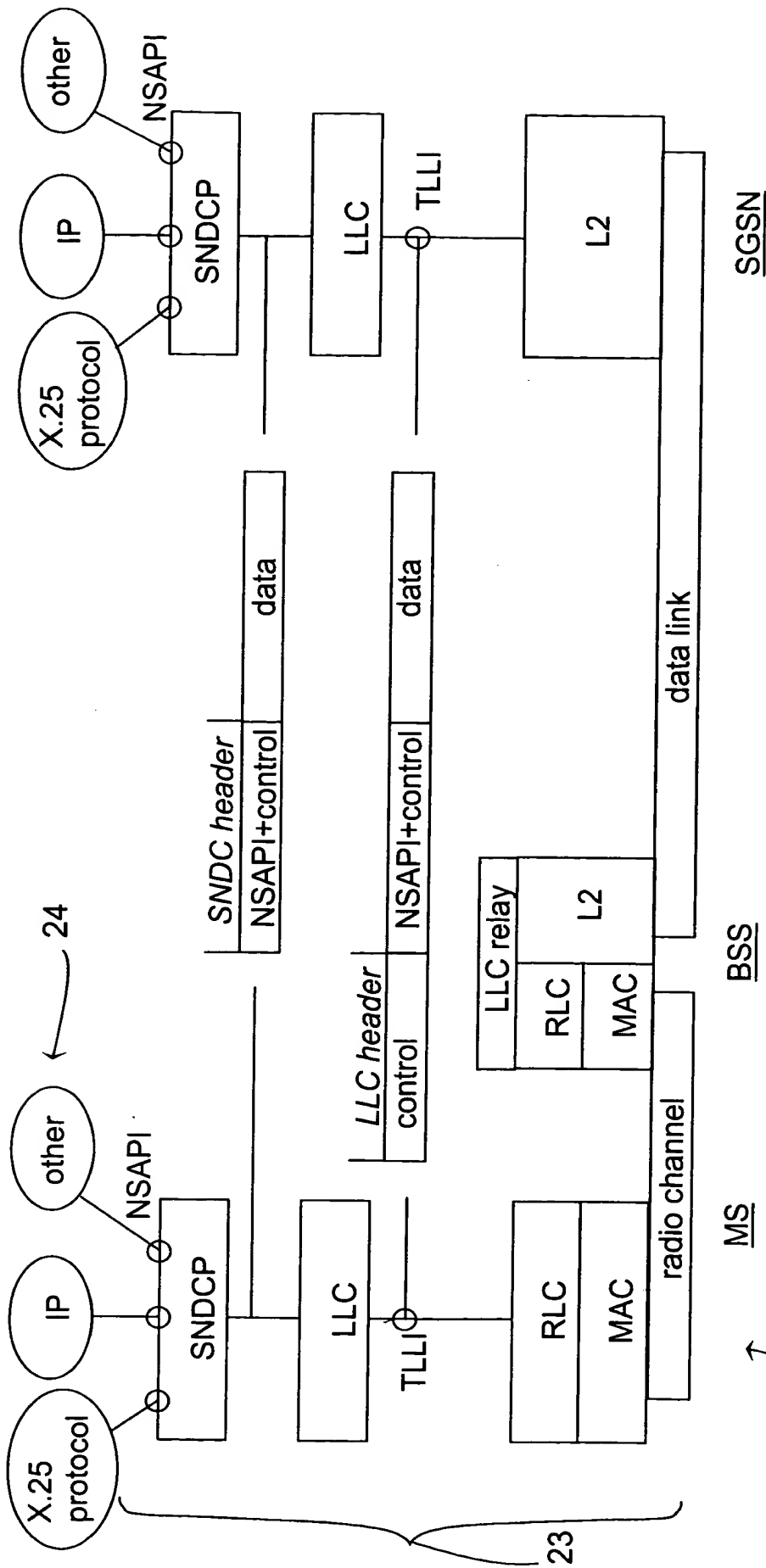


Fig. 2

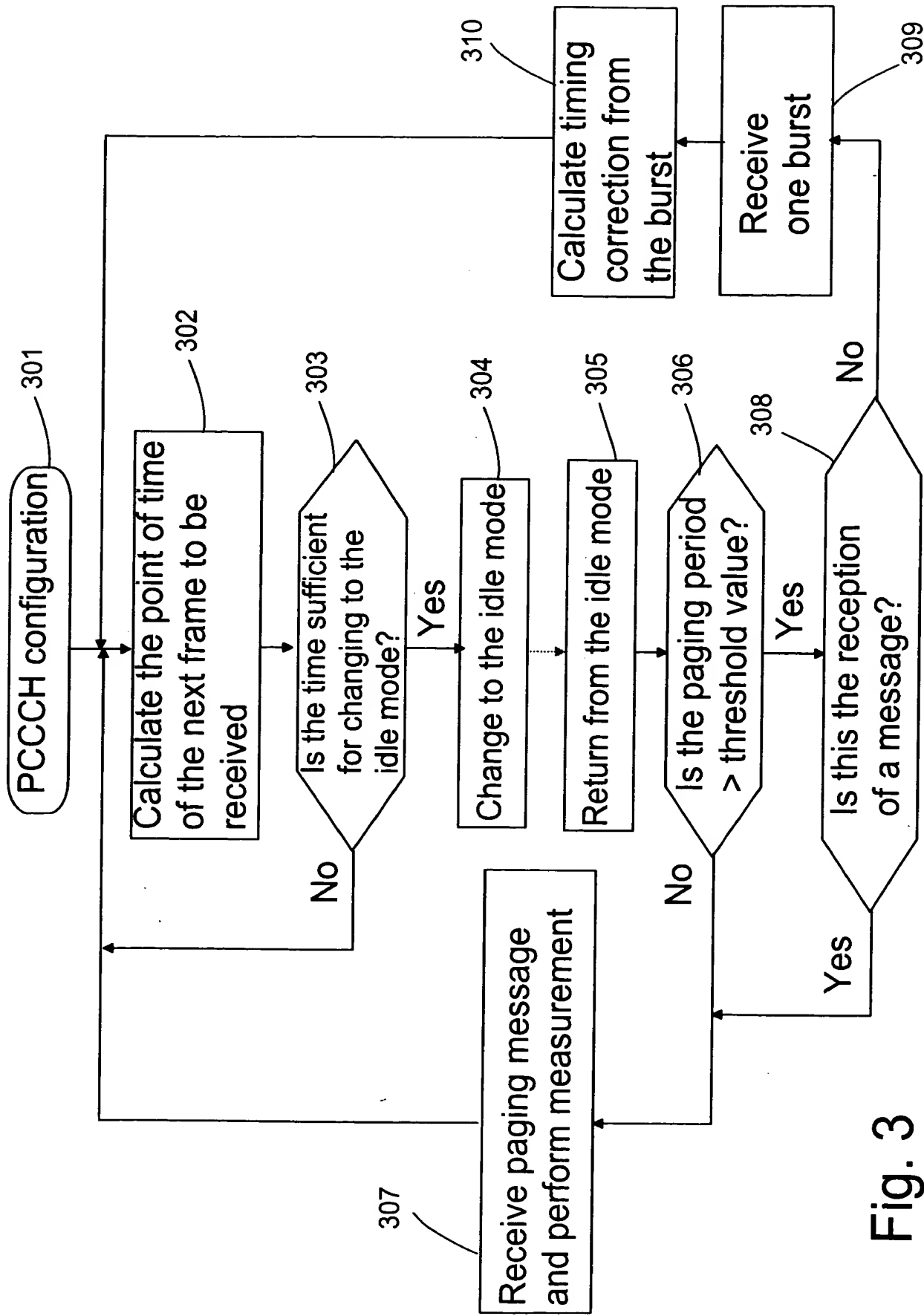


Fig. 3

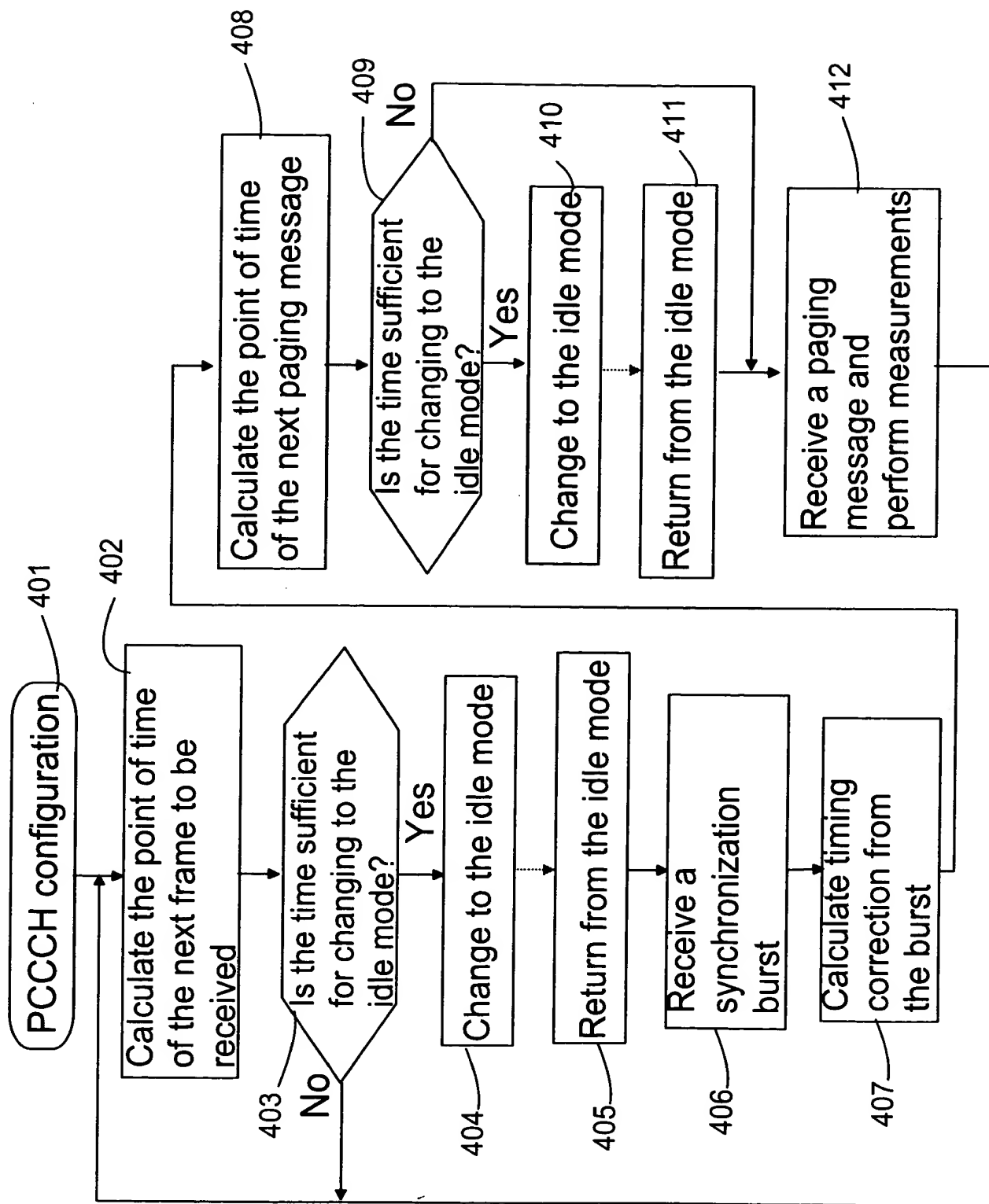


Fig. 4

RB0	RB1	RB2	T	RB3	RB4	RB5	S	RB6	RB7	RB8	T	RB9	RB10	RB11	S
-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	-----	-----	---	-----	------	------	---

Fig. 5a

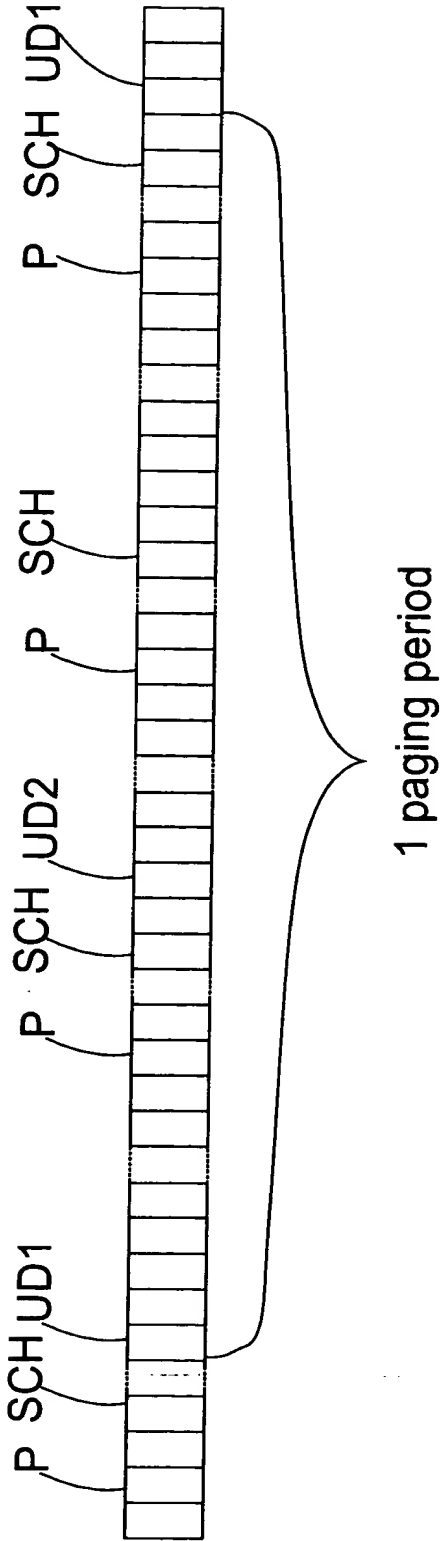


Fig. 5b

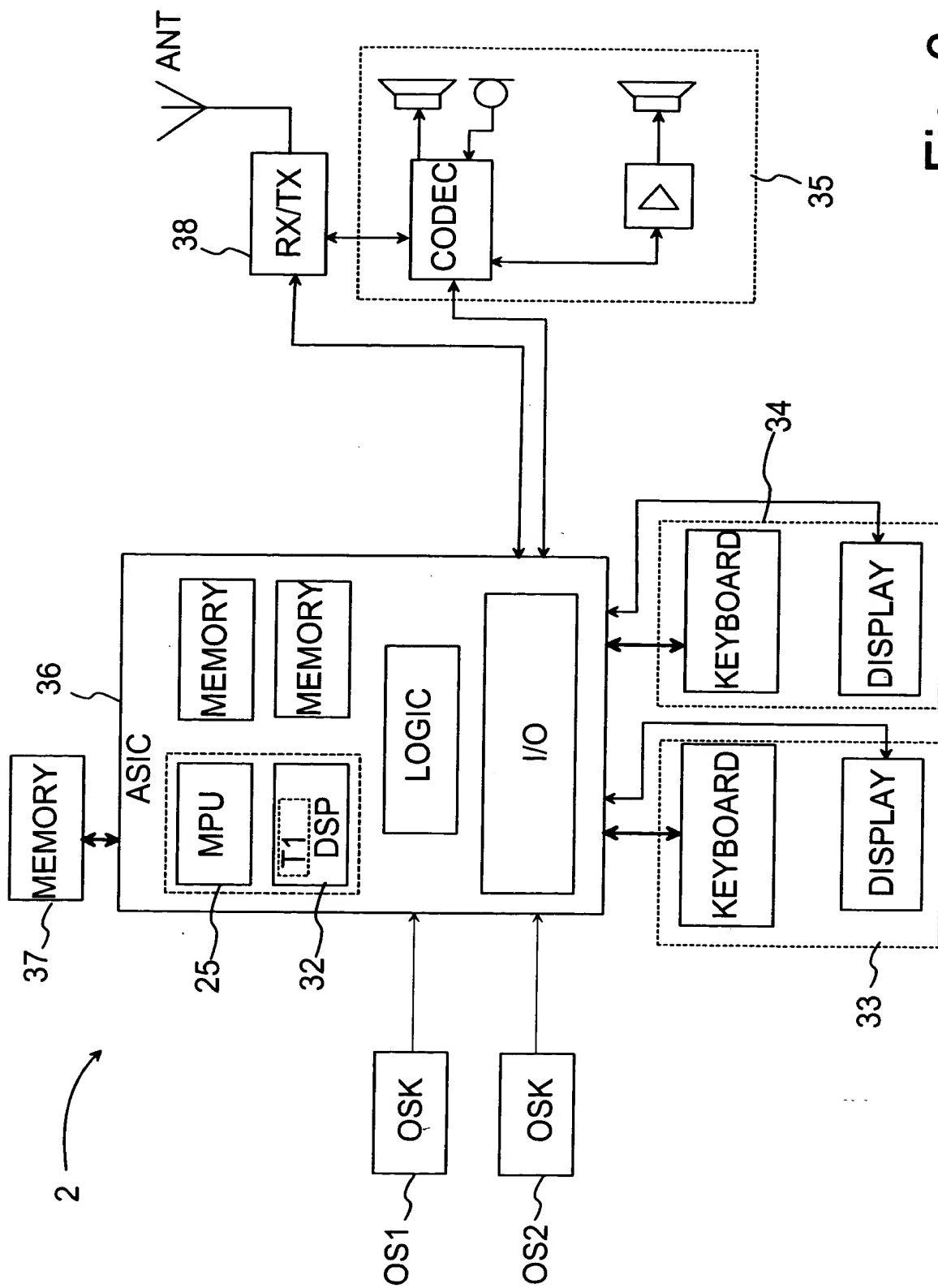


Fig. 6

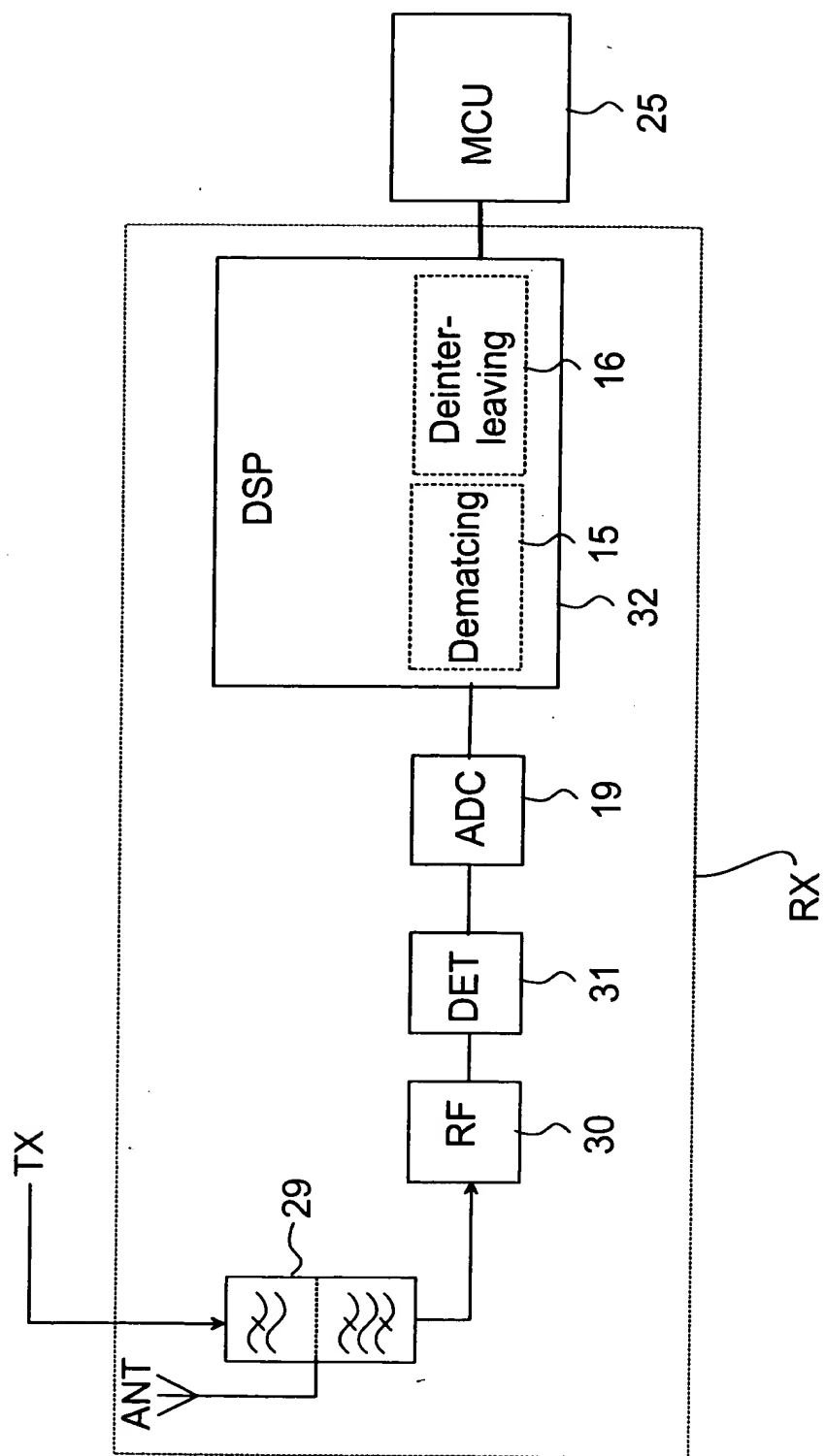


Fig. 7

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.